В.И.Иванов
А.И.Аксенов
А.М.Юшин

ПОЛУПРОВОДНИКОВЫЕ ОПТОЭЛЕКТРОННЫЕ ПРИБОРЫ

СПРАВОЧНИК



В. И. Иванов,
А. И. Аксенов,
А. М. Юшин

Полупроводниковые оптоэлектронные приборы

СПРАВОЧНИК

2-е издание, переработанное
и дополненное



МОСКВА ЭНЕРГОАТОМИЗДАТ 1989

ББК 32.852
И 20
УДК 621.396.624(035.5)

Рецензент Н. Е. Конюхов

Иванов В. И. и др.

И 20 Полупроводниковые оптоэлектронные приборы: Справочник/В. И. Иванов, А. И. Аксенов, А. М. Юшин — 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Энергоатомиздат, 1989. — 448 с.: ил.

ISBN 5-283-01473-8

Приведены сведения о физике полупроводниковых оптоэлектронных приборов и особенностях их применения. Дана информация о параметрах, предельных эксплуатационных режимах и конструкциях отечественных серийно выпускаемых полупроводниковых оптоэлектронных приборов широкого применения. По сравнению с изданием 1984 г. почти вдвое расширена номенклатура приборов.

Для инженерно-технических работников и радиолюбителей.

И $\frac{2403000000-193}{051(01)-89}$ 253-88 ББК 32.852

ISBN 5-283-01473-8 (доп. тираж)

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие . . . 9

Раздел 1. **Светоизлучающие диоды** . . . 10

1.1. Принцип действия, параметры, применение . . . 10
1.2. Светоизлучающие диоды в металлостеклянных корпусах с направленным излучением . . . 18
АЛ102(АМ, БМ, ВМ, ГМ, ДМ) . . . 18
3Л341(А, Б, В, Г, Д, Е) . . . 21
АЛ360(А, Б), 3Л360(А, Б) . . . 23
ИПД04А-1К, ИПД04Б-1К . . . 25
КЛД901А . . . 26
1.3. Светоизлучающие диоды в пластмассовых корпусах с рассеянным излучением . . . 28
АЛ307(АМ, БМ, ВМ, ГМ, ДМ, ЕМ, ЖМ, КМ, НМ) . . . 28
АЛ316(А, Б) . . . 31
КИПД01(А-1Л, Б-1Л), ИПД01А-1Л . . . 32
КИПД02(А-1К, Б-1К, В-1Л, Г-1Л, Д-1Ж, Е-1Ж) . . . 34
КИПД05(А-1К, Б-1Л, В-1Ж) . . . 36
КИПД06(А-1К, Б-1К, В-1Л, Г-1Л) . . . 37
1.4. Светоизлучающие диоды с управляемым цветом свечения . . . 39
АЛС331А, 3ЛС331А . . . 39
1.5. Мнемонические светоизлучающие диоды . . . 41
КИПМ01(А-1К, Б-1К, В-1Л, Г-1Л, Д-1Л) . . . 41
КИПМ02(А-1К, Б-1К, В-1Л, Г-1Л, Д-1Л) . . . 42
КИПМ03(А-1К, Б-1К, В-1Л, Г-1Л, Д-1Л) . . . 43
КИПМ04(А-1К, Б-1К, В-1Л, Г-1Л, Д-1Л) . . . 44
1.6. Бескорпусные светоизлучающие диоды . . . 46
КИПД03(А-1К-5, А-1Ж-5, А-1Л-5) . . . 46
1.7. Микросхемы управления светоизлучающими диодами . . . 47
КМ155ИД8А, КМ155ИД8Б . . . 47
КМ155ИД9 . . . 51

Раздел 2. **Инфракрасные излучающие диоды** . . . 54

2.1. Параметры, применение . . . 54
2.2. Излучающие диоды ИК-диапазона в металлостеклянных корпусах . . . 54
АЛ106(А, Б, В, Г, Д) . . . 62
АЛ119(А, Б), 3Л119(А, Б) . . . 64
АЛ120(А, Б), 3Л120(А, Б) . . . 66
АЛ123А, 3Л123А . . . 67
АЛ124А, 3Л124А . . . 70
3Л130А . . . 73
3Л136А, АЛ137А, 3Л137А, 3Л138А . . . 74
АЛ402(А, Б, В) . . . 77

2.3. Излучающие диоды ИК-диапазона в пластмассовых корпусах . . . 78
АЛ107(А, Б), 3Л107(А, Б) . . . 78
АЛ108(А, АМ), 3Л108(А, А1) . . . 80
АЛ115А, 3Л115А . . . 83
АЛ118А, 3Л118А . . . 85
3Л129А . . . 87
2.4. Излучающие диоды ИК-диапазона для оптических линий 89
АЛ132А, 3Л132А . . . 89
3Л135А . . . 91
2.5. Бескорпусные излучающие диоды ИК-диапазона . . 92
АЛ103(А, Б), 3Л103(А, Б) . . . 92
АЛ109(А, А-1) . . . 94
АЛС126А-5 . . . 96
3Л127(А-1, А-5) . . . 97
3Л128А-1 . . . 99
АЛ136А-5, 3Л136А-5 . . . 100

Раздел 3. **Шкальные индикаторы на основе светоизлучающих диодов** . . . 103

3.1. Устройство, параметры, применение . . . 103
3.2. Линейные шкалы в пластмассовых, металлостеклянных и керамических корпусах . . . 107
АЛС317(А, Б, В, Г), 3ЛС317(А, Б, В, Г, Д) . . . 107
АЛС345(А, Б, В, Г), 3ЛС345(А, В, Г) . . . 110
3ЛС361(А, Б) . . . 113
АЛС362(А, Б, В, Г, Д, Е, Ж, И, К, Л, М, Н, П) . .
3ЛС362(А, Б, В, Г, Д, Е, Ж, И, К, Л, М, Н) . . . 115
КИПТ03(А-10Ж, Б-10Л) . . . 120
ИПТ04А-11К . . . 122
3.3. Бескорпусные линейные шкалы . . . 124
АЛС343А-5, 3ЛС343А-5 . . . 124
АЛС364А-5, 3ЛС364А-5 . . . 127
АЛС366А-5, 3ЛС366А-5 . . . 129
АЛС367А-5, 3ЛС367А-5 . . . 131
КИПТ02А-50Л-5, ИПТ02А-50Л-5 . . . 133
3.4. Микросхемы управления линейными шкалами . . . 135
КМ155ИД11 . . . 135
КМ155ИД12 . . . 138
КМ155ИД13 . . . 140

Раздел 4. **Цифро-буквенные полупроводниковые индикаторы** . 143

4.1. Устройство, параметры, применение . . . 143
4.2. Одноразрядные цифро-буквенные индикаторы с высотой цифры до 5 мм . . . 154
АЛС314А, 3ЛС314А . . . 154
АЛС339А, 3ЛС339А . . . 156
АЛС348А, 3ЛС348А . . . 158
АЛС320(А, Б, В, Г, Д, Е), 3ЛС320(А, Б, В, Г, Д, Е) . 160
4.3. Одноразрядные цифро-буквенные индикаторы с высотой цифры более 5 мм . . . 163
АЛС321(А, А1, Б, Б1), 3ЛС321(А, Б) . . . 163
АЛС324(А, А1, Б, Б1, В, В1), 3ЛС324(А, А1, Б, Б1, В, В1) 165
АЛС326(А, Б), АЛС327(А, Б) . . . 167
АЛС337(А, Б), АЛС342(А, Б), 3ЛС342(А, Б, В, Г) . . 170

АЛС338(А, Б, В), 3ЛС338 (А, Б, В, Г, Д, Е) . . . 172
КИПЦ01(А-1/7К), Б-1/7К, В-1/7К, Г-1/7К, Д-1/7К, Е-1/7К), ИПЦ01(А-1/7К, Б-1/7К, В-1/7К, Г-1/7К) . . 174
АЛС359(А, Б), 3ЛС359(А, А1, Б, Б1) 177
КИП02(А-1/7КЛ, Б-1/7КЛ), ИПЦ02(А-1/7КЛ, Б-1/7КЛ) 179
АЛС333(А, Б, В, Г), АЛС334(А, Б, В, Г), АЛС335(А, Б, В, Г) 181
КЛЦ201(А, Б), КЛЦ202А 184
КЛЦ302(А, Б) 187
КЛЦ401А, КЛЦ402(А, Б) 189
КИПЦ04А-1/8К 191

4.4. Одноразрядные многоэлементные цифро-буквенные индикаторы с высотой цифры более 5 мм 193
АЛС340(А, А1), 3ЛС340А, АЛС357А, 3ЛС357А . . . 193
АЛС358А, 3ЛС358А 197
АЛС363А, 3ЛС363А 198

4.5. Бескорпусные цифровые индикаторы 201
АЛС323А-5 201
КЛЦ301А-5, АЛС322А-5 202
КИПВ01А-1/10К-5 204
АЛС355А-5, АЛС355Б-5 206

4.6. Многоразрядные цифровые индикаторы 208
АЛС330(А, Б, В, Г, Д, Е, Ж, И, К) 208
АЛС329(А, Б, В, Г, Д, Е, Ж, И, К, Л, М, Н) . . . 210
АЛС328(А, Б, В, Г) 212
АЛС354А 214

4.7. Микросхемы управления цифро-буквенными индикаторами 217
К176ИД2, К176ИД3 217
К514ИД1, КР514ИД1, 514ИД1 219
К514ИД2, КР514ИД2, 514ИД2 222
514ИД4(А, Б, В) 225
К514ПР1, 514ПР1 228
К555ИД18, КМ555ИД18 231
К566ИД1 234
КБ514ИР1-4, Б514ИР1-4 237

Раздел 5. **Полупроводниковые модули экрана** 240

5.1. Устройство, параметры, применение 240
5.2. Справочные данные модулей экрана 242
АЛС347А, 3ЛС347А 242
КИПГ01А-8×8Л, ИПГ01А-8×8Л 244
КИПГ02А-8×8Л, ИПГ02А-8×8Л 246
КИПГ03А-8×8К, ИПГ03А-8×8К 249
5.3. Микросхемы управления модулями экрана 251
514ИР2А, 514ИР2Б 251

Раздел 6. **Электролюминесцентные индикаторы** 256

6.1. Принцип действия, параметры, применение 256
6.2. Одноэлементные электролюминесцентные индикаторы 259
ИТЭЛ1-3, ИТЭЛ(2-Г, 2-Ж, 2-З, 2-К) 259
ИТЭЛ(3-Ж-1, 3-Ж-2, 3-З-1, 3-З-2, 3-К-1, 3-К-2) . . 261
6.3. Многоэлементные электролюминесцентные индикаторы . 261
3ЭЛ-41, 3ЭЛ-42 261
3ЭЛ-1 264

3ЭЛ-2 265
6.4 Мнемонические электролюминесцентные индикаторы . 265
ИЭМ1-160М 265
ИЭМ1-200М 265
ИЭМ2-200М, ИЭМ5-131М, ИЭМ6-192М, ИЭМ8-192М, ИЭМ9-197М, ИЭМ14-198М 267
ИЭМ2-160М, ИЭМ1-148М, ИЭМ7-159М, ИЭМ10-120М, ИЭМ11-149М, ИЭМ12-138М, ИЭМ13-156М, ИЭМ15-90М, ИЭМ16-116М 267
ИЭМ3-160М, ИЭМ4-200М 270
6.5. Плоские равномерные источники света 271
СЭЛ1, СЭЛ2, СЭЛ3, СЭЛ4 271
СЭЛ5 272
СЭЛ-6 273
СЭЛ-8 273
СЭЛ9-1, СЭЛ9-2, СЭЛ9-3, СЭЛ9-4 274
СЭЛ-10 275
СЭЛ-11 275
6.6. Электролюминесцентные светильники 276
ЭЛ-светильник 276
ЭЛ-панель 276
6.7. Люминесцентные датчики 277
ДЭЛ-21 277

Раздел 7. Жидкокристаллические цифро-знаковые индикаторы 277

7.1. Принцип действия, параметры, применение 277
7.2. Одноразрядные цифро-знаковые индикаторы 286
ИЖКЦ1-1/18 286
ЦИЖ3-1, ЦИЖ3-2 287
ЦИЖ-8 289
7.3. Четырехразрядные цифро-знаковые индикаторы . . . 289
ИЖКЦ2-4/3 289
ЦИЖ-6 291
ЦИЖ-2 291
ИЖКЦ2-4/5 292
ИЖКЦ3-4/5 294
ИЖКЦ1-4/16 295
ИЖКЦ1-4/18 295
ИЖКЦ1-4/24(А, Б, В), ИЖКЦ2-4/24(А, Б, В) . . . 297
7.4. Шестиразрядные цифро-знаковые индикаторы . . . 298
ИЖКЦ1-6/17, ИЖКЦ2-6/17 298
ИЖКЦ3-6/17, ИЖКЦ4-6/17 299
ЦИЖ-5 300
ЦИЖ-9 301
7.5. Девятиразрядные цифро-знаковые индикаторы . . . 302
ИЖКЦ1-8/5 302
ЦИЖ-4 303
ЦИЖ4-1 305
7.6. Символьные индикаторы 307
ИЖКС1, ИЖКС2, ИЖКС3, ИЖКС4, ИЖКС5, ИЖКС6, ИЖКС7, ИЖКС8 307
ИЖКС9, ИЖКС10, ИЖКС11 308
ИЖК-1, ИЖК-2, ИЖК-3, ИЖК-4 308

Раздел 8. Резисторные оптопары 309

8.1 Принцип действия, устройство, параметры, основные схемы применения . . . 309
8.2 Резисторные оптопары, выполняющие функции ключевых и аналоговых элементов . . . 314
ОЭП-1, ОЭП-2 . . . 314
ОЭП-7 . . . 316
ОЭП-9, ОЭП-10, ОЭП-11, ОЭП-12, ОЭП-13 . . . 316
ОЭП-14 . . . 318
8.3. Модуляторные оптопары . . . 318
ОЭП-16 . . . 318
8.4. Многоэлементные оптопары . . . 319
3ОР125А . . . 319

Раздел 9 **Диодные оптопары** . . . 321

9.1. Принцип действия, основные параметры, применение . 321
9.2. Диодные оптопары в металлостеклянных и пластмассовых корпусах . . . 326
АОД101(А, Б, В, Г, Д), 3ОД101(А, Б, В, Г) . . . 326
АОД107(А, Б, В), 3ОД107(А, Б) . . . 332
3ОД129(А, Б) . . . 335
АОД130А . . . 337
9.3. Бескорпусные диодные оптопары . . . 340
АОД112А-1, 3ОД112А-1 . . . 340
АОД120(А-1, Б-1), 3ОД120(А-1, Б-1) . . . 341
3ОД121(А-1, Б-1, В-1) . . . 344
АОД201(А-1, Б-1, В-1, Г-1, Д-1, Е-1), 3ОД201(А-1, Б-1, В-1, Г-1, Д-1, Е-1) . . . 346
АОД202(А, Б) . . . 348
9.4. Диодно-транзисторные оптопары . . . 350
КОЛ201А, ОЛ201А . . . 350
9.5. Диодные дифференциальные оптопары . . . 352
КОД301А, ОД301А . . . 352
КОД302(А, Б, В) . . . 354
9.6. Многоканальные диодные оптопары . . . 356
АОД109(А, Б, В, Г, Д, Е, Ж, И), 3ОД109(А, Б, В, Г, Д, Е, Ж, И) . . . 356

Раздел 10. **Транзисторные оптопары** . . . 360

10.1. Принцип действия, основные параметры, применение 360
10.2. Транзисторные оптопары малой мощности . . . 366
АОТ123(А, Б, В, Г), 3ОТ123(А, Б, В, Г) . . . 366
АОТ126(А, Б), 3ОТ126(А, Б) . . . 369
АОТ128(А, Б, В, Г) . . . 372
10.3. Транзисторные оптопары средней мощности . . . 375
АОТ110(А, Б, В, Г), 3ОТ110(А, Б, В, Г) . . . 375
АОТ122(А, Б, В, Г), 3ОТ122(А, Б, В, Г) . . . 376
АОТ127(А, Б, В), 3ОТ127(А, Б) . . . 379
10.4. Транзисторные двухканальные оптопары . . . 382
АОТ101(АС, БС) . . . 382

Раздел 11. **Тиристорные оптопары** . . . 385

11.1. Принцип действия, основные параметры, применение . 385
11.2. Тиристорные оптопары в металлостеклянных и пластмассовых корпусах . . . 394
АОУ103(А, Б, В), 3ОУ103(А, Б, В, Г, Д) . . . 394
АОУ115(А, Б, В) . . . 400

Раздел 12. **Оптопары на однопереходных фототранзисторах** . 402
12.1. Принцип действия, основные параметры, применение . 402
12.2. Справочные данные 406
АОТ102(А, Б, В, Г, Д, Е), 3ОТ102(А, Б, В, Г) . . 406

Раздел 13. **Оптопары с открытым оптическим каналом** . . 409
13.1. Устройство, принцип действия и основные параметры 409
13.2. Справочные данные 411
АОР113А, АОРС113А 411
АОД111А 413

Раздел 14. **Оптоэлектронные интегральные микросхемы** . . 415
14.1. Принцип действия и классификация 415
14.2. Оптоэлектронные переключатели 417
К249ЛП1(А, Б, В, Г), 249ЛП1(А, Б, В) 417
249ЛП3(А, Б, В) 419
К262КП1(А, Б), 262КП1(А, Б) 422
К293ЛП1(А, Б) 425
14.3. Оптоэлектронные коммутаторы 427
К249КН1(А, Б, В, Г, Д, Е), 249КН1(А, Б, В, Г, Д, Е) 427
К249КП1, К249КП2, 249КП1 430
14.4. Оптоэлектронные реле 433
К295КТ1(А, Б, В, Г), 295КТ1(А, Б, В, Г) 433
415КТ1(А, Б) 435
14.5. Функциональные оптоэлектронные микросхемы . . . 438
К295АГ1(А, Б, В, Г, Д) 438

Раздел 15. **Функциональные микросхемы с устройствами управления индикацией** 441
15.1. Назначение и принцип действия 441
15.2. Справочные данные 442
К176ИЕ3 442
К176ИЕ4 443
К490ИП1, 490ИП1 445
Список рекомендуемой литературы 448

ПРЕДИСЛОВИЕ

Отечественная промышленность выпускает широкую номенклатуру изделий электронной техники, применение которых позволяет создавать эффективную малогабаритную, экономичную и надежную электронную аппаратуру. Важное место в общей номенклатуре изделий электронной техники занимают оптоэлектронные приборы. Основой оптоэлектроники является использование электромагнитного излучения оптического диапазона для передачи, обработки или отображения информации.

Полупроводниковые оптоэлектронные приборы являются приборами, чувствительными к электромагнитному излучению в спектральном диапазоне от инфракрасного до ультрафиолетового или излучающими электромагнитную энергию в том же диапазоне или использующими такое электромагнитное излучение для своей работы.

Рассматриваемые в данном справочнике полупроводниковые оптоэлектронные приборы, связанные с электрооптической областью, выделились в настоящее время в самостоятельное направление. Эти приборы, хотя и различны по функциональному назначению, имеют в основе своей общий физический принцип действия и поэтому составляют единое семейство приборов некогерентной оптоэлектроники, которая является в настоящее время интенсивно развивающейся областью электронной техники.

Настоящий справочник является вторым изданием и содержит практически все сведения по полупроводниковым оптоэлектронным приборам, необходимые при разработке радиоэлектронной аппаратуры.

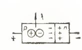
В это издание включено более 50 % новых приборов, сведения о которых публикуются впервые.

Некоторые значения параметров приборов, опубликованных в первом издании, изменились. Эти данные уточнены.

Книга состоит из разделов, в каждом из которых рассмотрен определенный класс приборов. Кроме справочных данных в каждом разделе имеются сведения о физике работы, особенностях электрооптических характеристик и применении данного класса приборов. В книгу включен новый, весьма перспективный класс жидкокристаллических индикаторов, который в общепринятом смысле не является полупроводниковым, но по основным характеристикам и свойствам тяготеет к ним.

Сведения о параметрах и предельных эксплуатационных режимах приводимых приборов взяты из технических условий на эти приборы. Определения и буквенные обозначения параметров даны с учетом действующих государственных стандартов СССР: ГОСТ 22274—80. Излучатели полупроводниковые. Термины, определения и буквенные обозначения параметров; ГОСТ 23562—79. Оптопары. Термины, определения и буквенные обозначения параметров; ГОСТ 19480—74. Микросхемы интегральные. Электрические параметры. Термины, определения и буквенные обозначения; ГОСТ 19852—74. Фоторезисторы. Фотодиоды. Фототранзисторы. Фотоэлектрические параметры и характеристики. Термины, определения и буквенные обозначения; ГОСТ 2730—78. Обозначения условные графические в схемах. Приборы полупроводниковые.

Авторы



Раздел 1
СВЕТОИЗЛУЧАЮЩИЕ ДИОДЫ

1.1. ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ, ПАРАМЕТРЫ, ПРИМЕНЕНИЕ

Светоизлучающим диодом (СИД) называется полупроводниковый диод, предназначенный для преобразования электрической энергии в энергию некогерентного светового излучения. При протекании через диод прямого тока происходит инжекция неосновных носителей заряда (электронов или дырок) в базовую область диодной структуры. Процесс самопроизвольной рекомбинации инжектированных неосновных носителей заряда, происходящий как в базовой области, так и в самом *p-n*-переходе, сопровождается переходом их с высокого энергетического уровня на более низкий; при этом избыточная энергия выделяется путем излучения кванта света. Длина волны такого излучения λ связана с изменением энергии электрона ΔE соотношением

$$\lambda = hC/\Delta E,$$

где h — постоянная Планка; C — скорость света.

Диапазон длин волн видимого глазом света составляет 0,45 мкм$<\lambda<$0,68 мкм, а ΔE почти равно энергетической ширине запрещенной зоны E_g полупроводника, на основе которого изготовлен светоизлучающий диод. Чтобы кванты энергии — фотоны, освободившиеся при рекомбинации, соответствовали квантам видимого света, ширина запрещенной зоны исходного полупроводника должна быть относительно большой ($E_g>$1,8 эВ). Исходя из этого ограничения для изготовления светоизлучающих диодов используются следующие полупроводниковые материалы: фосфид галлия (GaP), карбид кремния (SiC), твердые растворы: галлий—мышьяк—фосфор (GaAsP) и галлий—мышьяк—алюминий (GaAsAl), а также нитрид галлия (GaN), который имеет наибольшую ширину запрещенной зоны (E_g=3,4 эВ), что позволяет получать излучение в коротковолновой части видимого спектра вплоть до фиолетового.

Путем добавления в полупроводниковый материал атомов веществ-активаторов можно изменять в некоторых пределах цвет излучения диода. Например, на основе фосфида галлия, легированного определенным количеством цинка, кислорода или азота, получают приборы зеленого, желтого и красного цветов свечения. Тройные соединения GaAsP и GaAsAl используют в основном для получения диодов красного цвета свечения. На рис. 1.1 показаны характерные спектральные характеристики излучателей на различных полупроводниковых материалах.

Рекомбинация электронов и дырок, происходящая в полупроводниковой *p-n*-структуре после приложения прямого смещения, необязатель-

но связана с излучением кванта света (фотона). Значительная часть актов рекомбинации заканчивается выделением энергии в виде элементарных квантов тепловых колебаний кристаллической решетки (фононов). Эти акты и называются безызлучательными. Соотношение между излучательными и безызлучательными рекомбинациями в диодной структуре характеризует ее внутренний квантовый выход, который является важнейшим показателем светоизлучающего прибора. В современных светоизлучающих диодах, изготовленных из упомянутых выше материалов, достигнутый уровень внутреннего квантового выхода составляет единицы процентов. Практически этого оказывается достаточно для создания качественных приборов.

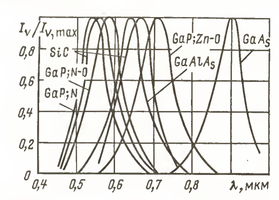


Рис. 1.1. Спектральные характеристики излучателей на основе полупроводниковых материалов

Работа некоторых светоизлучающих приборов основана на двойном преобразовании энергии: электрической энергии в инфракрасное излучение с последующим преобразованием его в видимый свет. Такие приборы изготовляют на основе арсенида галлия, наиболее эффективного материала, имеющего максимум излучения в инфракрасной области ($\lambda_{max}=0{,}9$ мкм). Преобразование в видимый свет происходит за счет возбуждения антистоксового люминофора, покрывающего излучающую поверхность диода. Достоинством этого прибора является высокая стабильность цвета при изменении прямого тока, недостатком — низкий КПД преобразования и пониженный срок службы и хранения, связанный со старением люминофора.

Поскольку светоизлучающие диоды предназначены для визуального восприятия отображаемой информации человеком, необходимо учитывать, что эффективность воздействия излучения на зрение зависит от длины волны излучения и определяется значением относительной функции видности. График этой функции показан на рис. 1.2. Функция видности — это зависимость монохроматической чувствительности глаза человека, отнесенной к значению максимальной чувствительности, от длины волны воспринимаемого излучения. Максимальная чувствительность глаза соответствует зеленой части спектра, т. е. длине волны $\lambda = 0{,}55$ мкм.

Обычно излучение светоизлучающих диодов является монохромати-

ческим с оговоренной для каждого типа λ_{max}, имеющей незначительный разброс внутри образцов данного типа.

Одной из разновидностей светоизлучающих диодов является прибор с управляемым цветом свечения, который изготавливается на основе двух светоизлучающих переходов. Один из них имеет резко выраженный максимум спектральной характеристики в красной полосе, другой — в зеленой. При совместной работе цвет результирующего излучения зависит от соотношения токов через переходы.

Основным технологическим методом изготовления светоизлучающих структур является метод эпитаксиального наращивания. Обычно это жидкофазная эпитаксия или эпитаксия из газовой фазы.

При жидкофазной эпитаксии осуществляется принудительное заливание разогретой подложки расплавом, содержащим необходимые примесные компоненты. Через некоторое время на подложке формируется эпитаксиальная пленка. Эпитаксия из газовой фазы представляет собой синтезирование вещества в результате термохимических реакций на исходной подложке. Данный технологический метод отличается хорошей управляемостью и высокой интеграцией — одновременно могут обрабатываться тысячи светодиодных структур.

В некоторых случаях, в основном при использовании карбида кремния, применяется метод диффузии примесей (акцепторных или донорных) из газовой фазы, проводящийся внутри кварцевых ампул.

Основными параметрами промышленных светоизлучающих диодов являются:

сила света I_v — излучаемый диодом световой поток, приходящийся на единицу телесного угла в направлении, перпендикулярном плоскости излучающего кристалла. Указывается при заданном значении прямого тока и измеряется в канделах;

яркость L — величина, равная отношению силы света к площади светящейся поверхности. Измеряется в канделах на квадратный метр при заданном значении прямого тока через диод;

постоянное прямое напряжение $U_{пр}$ — значение напряжения на светодиоде при протекании постоянного прямого тока;

максимально допустимый постоянный прямой ток $I_{пр max}$ — максимальное значение постоянного прямого тока, при котором обеспечивается заданная надежность при длительной работе диода;

максимально допустимое обратное постоянное напряжение $U_{обр max}$ — максимальное значение постоянного напряжения, приложенного к диоду, при котором обеспечивается заданная надежность при длительной работе;

максимально допустимое об-

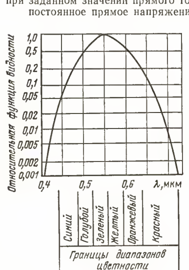


Рис. 1.2. Относительная функция видности спектральной чувствительности глаза, определенная Международной комиссией по освещению (МКО), для дневного зрения

ратное импульсное напряжение $U_{обр\ и\ max}$ — максимальное пиковое значение обратного напряжения на светодиоде, включая как однократные выбросы, так и периодически повторяющиеся;

максимум спектрального распределения λ_{max} — длина волны светового излучения, соответствующая максимуму спектральной характеристики излучения светодиода.

Характеристикой диода как источника света является зависимость яркости от прямого тока, т. е. $L=f(I_{пр})$ (яркостная характеристика), или зависимость силы света от прямого тока, т. е. $I_v=f(I_{пр})$ (световая характеристика).

При малых токах и соответственно малых напряжениях на светоизлучающем диоде процесс излучения протекает неактивно. Поэтому начальный участок яркостной (световой) характеристики нелинеен. При больших токах яркостная характеристика почти линейна. Эта часть характеристики является важнейшей — ее вид определяет оптимальный режим работы светоизлучающего диода. Для серийных типов часто приводится зависимость яркости или силы света от прямого тока в относительных единицах, которая показывает, насколько снижается или увеличивается яркость от значения, указанного в параметрах для данного прибора, при изменении тока через диод.

Спектральная характеристика светоизлучающего диода выражает зависимость интенсивности излучения от длины волны излучаемого света и дает представление о цвете свечения прибора. Длина волны излучаемого света определяется разностью энергий двух энергетических уровней, между которыми происходит переход электронов на излучательном этапе процесса рекомбинации и определяется исходным полупроводниковым материалом и легирующими примесями. Так диоды на основе фосфида галлия имеют спектральные характеристики с двумя выраженными максимумами в красном и зеленом участках спектра. В зависимости от количества легирующих примесей, внедренных в структуру излучающего кристалла при изготовлении, соотношения между значениями этих максимумов изменяются в сторону красного или зеленого цвета. При достижении этого соотношения 10 : 1 и выше получают красный или зеленый цвета свечения. При соотношениях максимумов 10 : 4 получают светоизлучающие диоды желто-оранжевого цвета свечения.

Излучение диода также характеризуется диаграммой направленности, которая определяется конструкцией диода, наличием линзы, оптическими свойствами защищающего кристалл материала.

Диаграммы, приводимые для приборов в справочных данных, показывают снижение силы света в зависимости от угла, под которым ведется наблюдение излучения. Излучение светодиода может быть узконаправленным или рассеянным.

Вольт-амперная характеристика светоизлучающего диода аналогична характеристике обычного выпрямительного диода. Но в силу того, что для изготовления светодиодов используются материалы с большей шириной запрещенной зоны, чем у кремния, их вольт-амперные характеристики сдвинуты вправо, т. е. при одинаковом токе имеют большие значения падения напряжения. Нижний предел рабочего напряжения (пороговое напряжение) светоизлучающего диода определяется энергией излучаемых квантов света и численно равен 2,5—3,5 В. Верхний предел рабочего напряжения определяется допустимой мощностью рассеяния прибора.

Основные параметры диодов зависят от окружающей температуры. С увеличением температуры яркость (сила света), а также падение на-

пряжения на диоде уменьшается. Зависимость яркости (сила света) от температуры практически линейная, в интервале рабочей температуры может изменяться в 2—3 раза.

Светоизлучающие диоды имеют сравнительно большой разброс параметров и характеристик от образца к образцу. В справочных данных на серийно выпускаемые приборы указываются крайние значения параметров, являющиеся критерием годности при их производстве. Типичные или средние значения параметров можно получить из графиков характеристик. На этих же графиках обычно указываются границы 95 %-ного разброса параметров.

Светодиоды обладают высоким быстродействием. Излучение нарастает за время менее 10^{-8} с после подачи импульса прямого тока. Однако для устройств отображения, в которых обычно используются светодиоды, быстродействие не является критичным. Поэтому временные параметры и зависимости для серийных светоизлучающих диодов не приводятся.

По внешнему конструктивному признаку выпускаемые светодиоды подразделяются на приборы в металлических корпусах со стеклянной линзой (обладают весьма острой направленностью излучения), в пластмассовых корпусах из оптически прозрачного, чаще цветного компаунда, создающего рассеянное излучение; и бескорпусные, во избежание механических повреждений и загрязнения поверхности поставляемые в специальной таре-спутнике (при монтаже их приклеивают клеем ОК-72Ф).

При старой системе обозначений полупроводниковых приборов светоизлучающие диоды обозначались двумя буквами: первая указывала на исходный материал, вторая являлась признаком прибора-индикатора. Например, обозначение светоизлучающего диода АЛ102 расшифровывалось так: А — арсенид галлия или фосфид галлия; Л — индикатор из единичного излучающего диода; 102 — порядковый номер разработки. Если индикатор представлял собой ряд или матрицу диодов, то в обозначении добавлялась буква С. Например, обозначение АЛС331 означало: полупроводниковый индикатор на основе фосфида галлия, состоящий из нескольких светоизлучающих диодов, в данном случае из двух.

В связи с развитием семейства полупроводниковых светоизлучающих индикаторов, расширением их классов система обозначений была усовершенствована.

По ОСТ 11.339.015—81 полупроводниковые приборы, выполняющие функцию индикации, обозначаются восемью элементами: первый элемент И — обозначает индикатор; второй П — полупроводниковый; третий Д — единичный светоизлучающий диод (буква М указывает, что светодиод специфического применения — для мнемонических табло); четвертый — номер разработки: номера от 01 до 69 указывают, что прибор без схемы управления, номера с 70 до 99 — со схемой управления; пятый — буква русского алфавита — обозначает, как и в старой системе, к какой группе относится прибор; шестой — цифра, указывающая число диодов в индикаторе (при обозначении светоизлучающих диодов единица может опускаться); седьмой — буква, обозначающая цвет: К — красный, Л — зеленый, Г — голубой, Ж — желтый, Р — оранжевый, С — синий, М — многоцветный; восьмой — цифра, обозначающая модификацию прибора (5 — это прибор бескорпусной). Например, прибор ИПД04А-1К расшифровывается как: индикатор полупроводниковый из единичного светоизлучающего диода, без схемы управления, группы А, красного цвета свечения. Прибор КИПД03А-1Ж-5 означает: индикатор полупроводниковый

из единичного светоизлучающего диода, без схемы управления, группы А, желтого цвета свечения, бескорпусной (первая буква К указывает, что прибор широкого общепромышленного назначения).

Светоизлучающие диоды в основном применяются как элементы индикации включения, готовности аппаратуры к работе, наличия напряжения питания в блоке, аварийной ситуации и других состояний.

Дискретные светодиоды в пластмассовых корпусах применяются также для набора матриц и линейных шкал, служащих средствами отображения крупноразмерной цифровой и линейно изменяющейся информации.

Для управления матрицами, собранными из отдельных светодиодов, разработаны специальные микросхемы дешифраторов. Их параметры и схемы включения приводятся в справочных данных. Бескорпусные светоизлучающие диоды часто применяются в герметически закрытых блоках для работы совместно с фоточувствительным приемником и индикации работоспособности блока. В последнем случае индикация не выводится на переднюю панель для оперативного контроля, а необходима лишь при профилактических осмотрах оборудования.

На рис. 1.3 изображена схема простого источника стабилизированного напряжения, где светодиод *HL1* выполняет роль индикатора включения. Светоизлучающий диод загорается при достижении рабочего напряжения 5 В на выходных проводах стабилизатора.

На рис. 1.4 показана схема устройства сигнализации установления заданной температуры в термостатируемом объеме. Чувствительным элементом температуры является терморезистор *R1*. При температуре ниже заданной сопротивление терморезистора большое, транзистор *VT1* заперт — горит диод *HL2* красного цвета. При достижении заданной температуры сопротивление терморезистора *R1* уменьшается, отпирается *VT1*, гаснет диод *HL2* и загорается диод *HL1* зеленого цвета свечения.

На рис. 1.5 приведена схема индикации наличия сигнала модуляции. Часть энергии сигнала модуляции через конденсатор *C1* подается на усилитель и далее регистрируется светоизлучающим диодом *HL1*.

При эксплуатации промышленных систем с логическими устройствами оператору удобно контролировать, как протекает процесс, по логическому состоянию отдельных микросхем.

На рис. 1.6 показана схема индикации состояния инверсного выхода

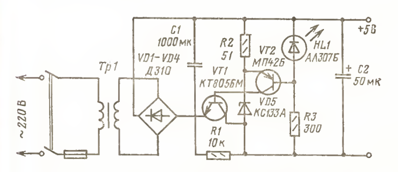


Рис. 1.3. Схема индикации включения источника напряжения

логического элемента И. При установлении на всех входах сигналов высокого уровня загорается диод *HL1*. Это в данном случае означает, что определенная фаза технологического процесса закончилась.

В некоторых случаях требуется, чтобы сигнализация была прерывистой в виде световых импульсов. Схема на рис. 1.7 иллюстрирует работу светоизлучающего диода в импульсном режиме. При подаче на шину питания напряжения 9 В заряжается конденсатор *C1*, включая однопереходный транзистор *VT1*. В результате через диод *HL1* протекает импульс, длительность которого ограничена временем разрядки *C1*.

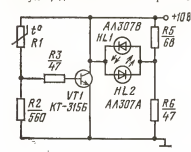


Рис. 1.4. Схема индикации заданной температуры

Рис. 1.5. Схема индикации наличия сигнала модуляции

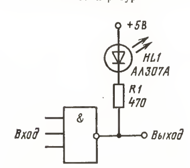


Рис. 1.6 .Схема индикации состояния логического элемента

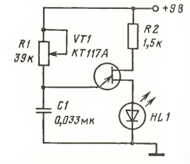


Рис. 1.7. Схема включения светоизлучающего диода в импульсном режиме

Одним из примеров использования светоизлучающих диодов в бытовых устройствах является индикатор точной настройки приемника на частоту радиостанции, схема которого изображена на рис. 1.8. Режим работы транзистора *VT1* выбран таким, что при отсутствии постоянной составляющей на выходе детектора приемника (случай точной настройки на радиостанцию) на коллекторе *VT1* устанавливается напряжение, равное половине напряжения питания. В этом случае транзисторы *VT2* и *VT3* закрыты и ярко горит зеленый светодиод *HL3* — признак того, что приемник точно настроен на радиостанцию. Если имеется отклоне-

ние от точной настройки, режим работы транзистора *VT1* смещается и на его коллекторе либо увеличивается, либо уменьшается напряжение. В первом случае открывается транзистор *VT2* и загорается красный светодиод *HL2*, во втором — открывается транзистор *VT3* и загорается светодиод *HL1* также красного цвета свечения.

Таким образом, во время настройки при подходе к частоте работы станции горит один красный светодиод, потом он плавно тускнеет и гаснет, затем загорается зеленый светодиод — его яркое свечение соответствует точной настройке. И, наконец, при уходе от частоты работы стан-

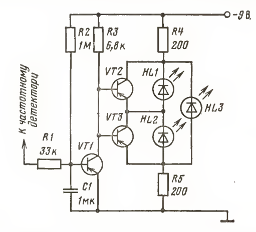


Рис. 1.8. Схема индикации точной настройки радиоприемника

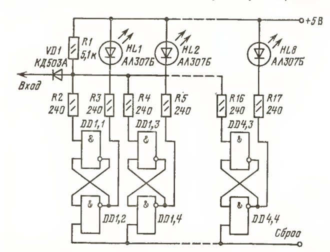


Рис. 1.9. Схема индикации выходной мощности усилителя

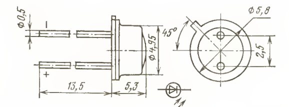
ции плавно гаснет зеленый и загорается другой красный светодиод. Устройство обладает высокой чувствительностью.

Другой пример применения светоизлучающих диодов в массовой бытовой технике — устройство индикации выходной мощности усилителя звуковой частоты. Диапазон входного напряжения устройства, схема которого приведена на рис. 1.9, колеблется от 0,3 до 20 В. Входной сигнал от усилителя поступает на входы *RS*-триггеров, собранных на элементах 2И—НЕ, через резисторы *R2*, *R4*—*R16*, сопротивления которых подбирают в зависимости от заданных порогов срабатывания. При срабатывании триггеров последовательно загораются светоизлучающие диоды *HL1*, *HL2* и т. д.; на схеме их изображено восемь, так как рассматриваемое устройство на восемь уровней. По линии *Сброс* организована периодическая подача импульсов гашения светодиодов. Для нормального функционирования системы ступенчатой индикации длительность импульсов сброса выбирают около 50 мкс, а период повторения 0,2—0,5 с.

1.2. СВЕТОИЗЛУЧАЮЩИЕ ДИОДЫ В МЕТАЛЛОСТЕКЛЯННЫХ КОРПУСАХ С НАПРАВЛЕННЫМ ИЗЛУЧЕНИЕМ

АЛ102(АМ, БМ, ВМ, ГМ, ДМ)

Светоизлучающие диоды фосфидогаллиевые эпитаксиальные с направленным излучением. Выпускаются в металлостеклянном корпусе. Масса не более 0,45 г.



Маркируются цветными точками на корпусе: АЛ102АМ — одной красной; АЛ102БМ — двумя красными; АЛ102ВМ — одной зеленой; АЛ102ГМ — тремя красными; АЛ102ДМ — двумя зелеными.

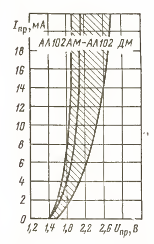
Электрические и световые параметры при $T_{окр} = 25$ °С

Сила света, не менее:	
АЛ102АМ	0,04 мкд
АЛ102БМ	0,1 мкд
АЛ102ВМ	0,25 мкд
АЛ102ГМ	0,2 мкд
АЛ102ДМ	0,4 мкд
Постоянное прямое напряжение, не более	2,8 В
Цвет свечения:	
АЛ102АМ, АЛ102БМ, АЛ102ГМ	Красный
АЛ102ВМ, АЛ102ДМ	Зеленый

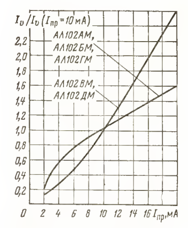
Максимум спектрального распределения излучения на длине волны:

АЛ102АМ, АЛ102БМ, АЛ102ГМ . . . . 0,69 мкм
АЛ102ВМ, АЛ102ДМ . . . . 0,56 мкм

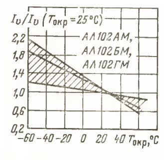
Примечание. Сила света и постоянное прямое напряжение измеряются при $I_{пр}$=5 мА для АЛ102АМ; при $I_{пр}$=10 мА для АЛ102БМ, АЛ102ГМ; при $I_{пр}$=20 мА для АЛ102ДМ.



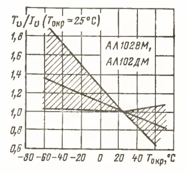
Вольт-амперная характеристика (указаны зона разброса и усредненная кривая)



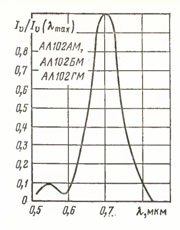
Зависимость силы света (в относительных единицах) от прямого тока



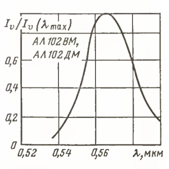
Зависимость силы света (в относительных единицах) от температуры окружающей среды (показаны зона разброса и усредненная кривая)



Зависимость силы света (в относительных единицах) от температуры окружающей среды (показаны зона разброса и усредненная кривая)



Спектр излучения светоизлучающих диодов



Спектр излучения светоизлучающих диодов

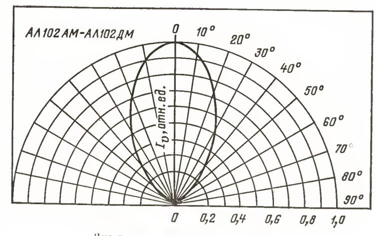


Диаграмма направленности излучения

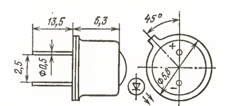
Предельные эксплуатационные данные

Постоянный прямой ток:
- при $T_{окр} \leqslant 50$ °С:
  - АЛ102АМ, АЛ102БМ, АЛ102ГМ . . . . . 20 мА
  - АЛ102ВМ, АЛ102ДМ . . . . 22 мА
- при $T_{окр} = 70$ °С:
  - АЛ102АМ, АЛ102БМ, АЛ102ГМ . . . . . 10 мА
  - АЛ102ВМ, АЛ102ДМ . . . . 22 мА

Импульсный прямой ток при $\tau_и=2$ мс, $Q=10$, $T_{окр}=$ $=70$ °С	60 мА
Обратное постоянное напряжение	2 В
Диапазон рабочей температуры окружающей среды	$-60 \div +70$ °С

3Л341(А, Б, В, Г, Д, Е)

Светодиоды фосфидогаллиевые эпитаксиальные с направленным излучением. Выпускаются в металлостеклянном корпусе. Масса не более 0,45 г.



Светоизлучающие диоды маркируются на корпусе условным кодом: 3Л341А — 1А, 3Л341Б — 1Б, 3Л341В — 1В, 3Л341Г — 1Г, 3Л341Д — 1Д, 3Л341Е — 1Е.

Электрические и световые параметры при $T_{окр}=25$ °С

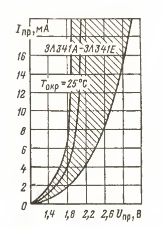
Сила света при $I_{пр}=10$ мА, не менее:	
3Л341А, 3Л341В, 3Л341Д	0,15 мкд
3Л341Б, 3Л341Г, 3Л341Е	0,5 мкд
Постоянное прямое напряжение при $I_{пр}=10$ мА, не более	2,8 В
Цвет свечения:	
3Л341А, 3Л341Б	Красный
3Л341В, 3Л341Г	Зеленый
3Л341Д, 3Л341Е	Желтый
Максимум спектрального распределения излучения на длине волны:	
3Л341А, 3Л341Б	0,69—0,71 мкм
3Л341В, 3Л341Г	0,55—0,56 мкм
3Л341Д, 3Л341Е	0,68—0,7 мкм; 0,55—0,56 мкм

Примечание. Указан допустимый разброс максимумов спектрального распределения излучения. Для светодиодов желтого цвета свечения указаны два максимума: красного и зеленого цветов свечения; отношение их интенсивностей находится в интервале 0,15—0,5.

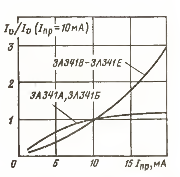
Предельные эксплуатационные данные

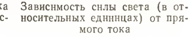
Постоянный прямой ток:	
при $T_{окр} \leqslant 50$ °С:	
3Л341А, 3Л341Б	20 мА
3Л341В, 3Л341Г, 3Л341Д, 3Л341Е . . .	22 мА
при $T_{окр} \leqslant 70$ °С:	
3Л341А, 3Л341Б	11 мА

3Л341В, 3Л341Г, 3Л341Д, 3Л341Е . . .	22 мА
Импульсный прямой ток при $\tau_и = 2$ мс, $Q = 10$, $T_{окр} \leqslant$ $\leqslant 70$ °C:	
3Л341А, 3Л341Б, 3Л341В, 3Л341Г	60 мА
3Л341Д, 3Л341Е	22 мА
Обратное постоянное напряжение	2 В
Диапазон рабочей температуры окружающей среды	$-60 \div +70$ °C

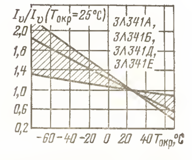


Вольт-амперная характеристика (показаны зона разброса и усредненная кривая)

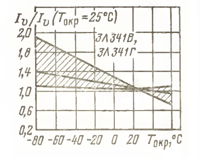




Зависимость силы света (в относительных единицах) от прямого тока



Зависимость силы света (в относительных единицах) от температуры окружающей среды (показаны зона разброса и усредненная кривая)



Зависимость силы света (в относительных единицах) от температуры окружающей среды (показаны зона разброса и усредненная кривая)

I_v/I_v(при λ_{max})

0,6 0,4 0,2

3Л341А, 3Л341Б

3Л341Д, 3Л341Е

3Л341В, 3Л341Г

0,54 0,58 0,62 0,66 0,70 λ, мкм

Спектр излучения светоизлучающих диодов

3Л341А–3Л341Е

20° 10 0

30° 40° 50° 60° 70° 80° 90°

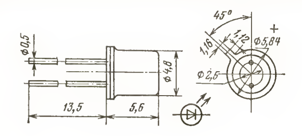
1,0 0,8 0,6 0,4 0,2 0

I_v, отн. ед.

Диаграмма направленности излучения

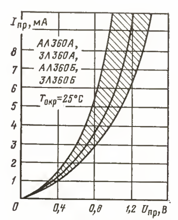
АЛ360(А, Б), 3Л360(А, Б)

Светоизлучающие диоды изготовляются на основе арсенида галлия с антистоксовым люминофором по планарно-эпитаксиальной технологии. Выпускаются в металлостеклянных корпусах. Масса не более 0,4 г.

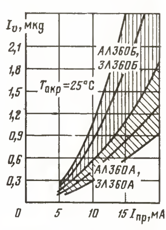


Электрические и световые параметры при $T_{окр}=25\ °C$

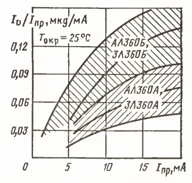
Сила света при $I_{пр}=10$ мА, не менее:	
АЛ360А, 3Л360А	0,3 мкд
АЛ360Б, 3Л360Б	0,6 мкд
Постоянное прямое напряжение при $I_{пр}=10$ мА, не более	1,7 В
Цвет свечения	Зеленый
Максимум спектрального распределения излучения на длине волны	0,55—0,56 мкм



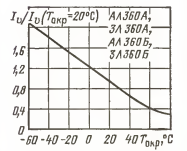
Вольт-амперная характеристика (показаны зона разброса и усредненная кривая)



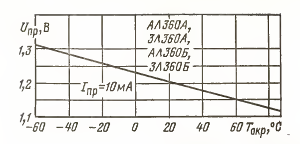
Зависимость силы света от прямого тока



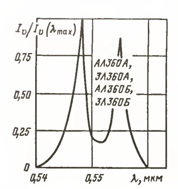
Зависимость отношения силы света к прямому току от прямого тока через диод (показаны зона разброса и усредненная кривая)



Зависимость силы света (в относительных единицах) от температуры окружающей среды



Зависимость постоянного прямого напряжения от температуры окружающей среды



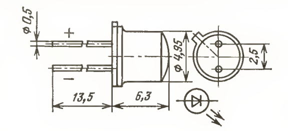
Спектр излучения светоизлучающих диодов

Предельные эксплуатационные данные во всем диапазоне рабочей температуры

Постоянный прямой ток	20 мА
Импульсный прямой ток при $\tau_и \leqslant 3$ мс и $Q \geqslant 4$ . .	80 мА
Мощность рассеяния диодов: 3Л360А, 3Л360Б . .	40 мВт
Диапазон рабочей температуры окружающей среды	−60 ÷ +85 °C

ИПД04А-1К, ИПД04Б-1К

Светоизлучающие диоды эпитаксиальные. Изготавливаются на основе твердого раствора галлий — алюминий — мышьяк. Выпускаются в металлостеклянном корпусе. Масса не более 0,6 г.



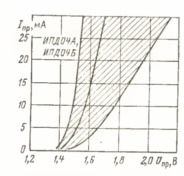
Маркируются условным кодом: ИПД04А-2А, ИПД04Б-2Б.

Электрические и световые параметры при $T_{окр}=25$ °С

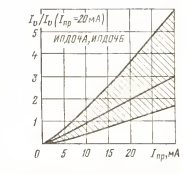
Сила света при $I_{пр}=10$ мА, не менее:	
ИПД04А	15 мкд
ИПД04Б	10 мкд
Цвет свечения	Красный
Постоянное прямое напряжение при $I_{пр}=10$ мА, не более	2 В
Максимум спектрального распределения излучения на длине волны	0,7 мкм

Предельные эксплуатационные данные

Постоянный прямой ток:	
при $T_{окр} \leqslant 50$ °С	30 мА
при $T_{окр}=70$ °С	20 мА
Импульсный прямой ток при $\tau_и=2$ мс, $Q \geqslant 10$	100 мА
Обратное постоянное напряжение	2 В
Диапазон рабочей температуры окружающей среды	$-60 \div +70$ °С



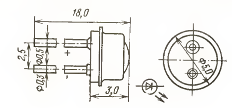
Вольт-амперная характеристика (показаны зона разброса и усредненная кривая)



Зависимость силы света (в относительных единицах) от прямого тока

КЛД901А

Светоизлучающие диоды нитридогаллиевые, эпитаксиальные. Выпускаются в металлостеклянном корпусе. Масса не более 0,5 г.

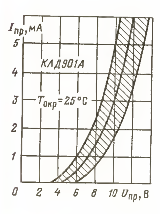


Электрические и световые параметры при $T_{окр}=25$ °C

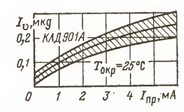
Сила света при $I_{пр}=3$ мА, не менее	0,15 мкд
Постоянное прямое напряжение при $I_{пр}=3$ мА, не более .	12 В
Цвет свечения	Синий
Максимум спектрального распределения излучения на длине волны	0,466 мкм

Предельные эксплуатационные данные

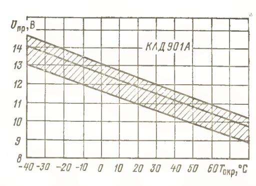
Постоянный прямой ток	6 мА
Мощность рассеяния диода	60 мВт
Диапазон рабочей температуры окружающей среды .	$-40 \div +70$ °C



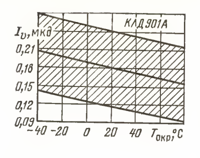
Вольт-амперная характеристика (показаны зона разброса и усредненная кривая)



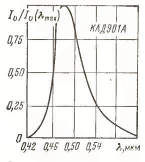
Зависимость силы света от прямого тока



Зависимость постоянного прямого напряжения от температуры окружающей среды (показаны зона разброса и усредненная кривая)



Зависимость силы света от температуры окружающей среды (показаны зона разброса и усредненная кривая)

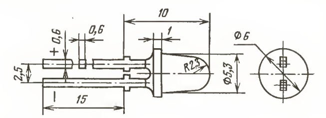


Спектр излучения светодиодов

1.3. СВЕТОИЗЛУЧАЮЩИЕ ДИОДЫ В ПЛАСТМАССОВЫХ КОРПУСАХ С РАССЕЯННЫМ ИЗЛУЧЕНИЕМ

АЛ307(АМ, БМ, ВМ, ГМ, ДМ, ЕМ, ЖМ, КМ, НМ)

Светоизлучающие диоды с рассеянным излучением. Изготавливаются из эпитаксиальных структур на основе следующих материалов: АЛ307АМ, АЛ307БМ, АЛ307КМ — твердый раствор галлий—алюминий—мышьяк; АЛ307ВМ, АЛ307ГМ, АЛ307ДМ, АЛ307ЕМ, АЛ307ЖМ, АЛ307НМ — фосфид галлия. Выпускаются в пластмассовом корпусе. Масса не более 0,35 г.



Светоизлучающие диоды не маркируются. Тип прибора указывается на упаковке.

Электрические и световые параметры при $T_{окр}=25$ °С

Сила света, не менее:

АЛ307АМ	0,15 мкд
АЛ307БМ	0,9 мкд
АЛ307ВМ, АЛ307ДМ	0,4 мкд
АЛ307ГМ, АЛ307ЕМ	1,5 мкд
АЛ307ЖМ	3,5 мкд

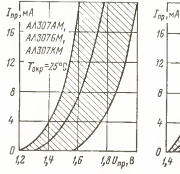
АЛ307КМ	2 мкд
АЛ307НМ	6 мкд
Постоянное прямое напряжение, не более:	
АЛ307АМ, АЛ307БМ, АЛ307КМ	2 В
АЛ307ВМ, АЛ307ГМ, АЛ307НМ	2,8 В
АЛ307ДМ, АЛ307ЕМ, АЛ307ЖМ	2,5 В
Цвет свечения:	
АЛ307АМ, АЛ307БМ, АЛ307КМ	Красный
АЛ307ВМ, АЛ307ГМ, АЛ307НМ	Зеленый
АЛ307ДМ, АЛ307ЕМ, АЛ307ЖМ	Желтый
Максимум спектрального распределения излучения на длине волны:	
АЛ307АМ, АЛ307БМ, АЛ307КМ	0,665 мкм
АЛ307ВМ, АЛ307ГМ, АЛ307НМ	0,567 мкм
АЛ307ДМ, АЛ307ЕМ, АЛ307ЖМ	0,56; 0,7 мкм

Примечания: 1. Сила света и постоянное прямое напряжение измеряются при $I_{пр}=10$ мА для АЛ307АМ, АЛ307БМ, АЛ307ДМ, АЛ307ЕМ, АЛ307ЖМ, АЛ307КМ; при $I_{пр}=20$ мА для АЛ307ВМ, АЛ307ГМ, АЛ307НМ.

2. Спектральные характеристики для АЛ307ДМ, АЛ307ЕМ, АЛ307ЖМ имеют два максимума: зеленый и красный. Отношение между ними лежит в пределах 0,16—0,7.

Предельные эксплуатационные данные

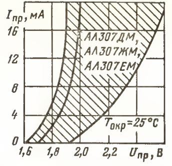
Постоянный прямой ток при $T_{окр} \leqslant 70$ °С:	
АЛ307АМ, АЛ307БМ, АЛ307КМ	20 мА
АЛ307ВМ, АЛ307ГМ, АЛ307ДМ, АЛ307ЕМ, АЛ307ЖМ, АЛ307НМ	22 мА
Импульсный прямой ток при $\tau_и=2$ мс, $Q=10$, $T_{окр}=70$ °С:	
АЛ307АМ, АЛ307БМ, АЛ307КМ	100 мА
АЛ307ВМ, АЛ307ГМ, АЛ307ДМ, АЛ307ЕМ, АЛ307ЖМ, АЛ307НМ	60 мА
Обратное постоянное напряжение	2 В
Диапазон рабочей температуры окружающей среды	$-60 \div +70$ °С



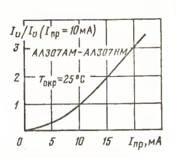
Вольт-амперная характеристика (показаны зона разброса и усредненная кривая)



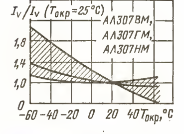
Вольт-амперная характеристика (показаны зона разброса и усредненная кривая)



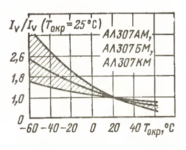
Вольт-амперная характеристика (показаны зона разброса и усредненная кривая)



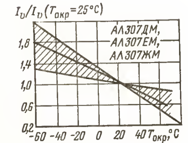
Типовая зависимость силы света (в относительных единицах) от прямого тока



Зависимость силы света (в относительных единицах) от температуры окружающей среды (показаны зона разброса и усредненная кривая)



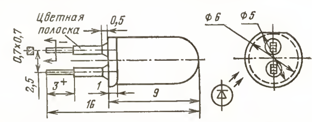
Зависимость силы света (в относительных единицах) от температуры окружающей среды (показаны зона разброса и усредненная кривая)



Зависимость силы света (в относительных единицах) от температуры окружающей среды (показаны зона разброса и усредненная кривая)

АЛ316(А, Б)

Светоизлучающие диоды красного цвета свечения с рассеянным излучением изготавливаются на основе гетероструктур галлий—алюминий—мышьяк. Выпускаются в пластмассовом корпусе с линзой из диффузно-рассеивающего компаунда. Масса не более 0,4 г.



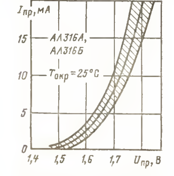
Маркируются цветной полоской на корпусе: АЛ316А — красной, АЛ316Б — синей.

Электрические и световые параметры при $T_{окр}=25$ °C

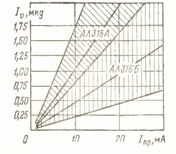
Сила света при $I_{пр}=10$ мА, не менее:	
АЛ316А	0,8 мкд
АЛ316Б	0,25 мкд
Постоянное прямое напряжение при $I_{пр}=10$ мА, не более	2 В
Максимум спектрального распределения излучения на длине волны	0,67 мкм

Предельные эксплуатационные данные

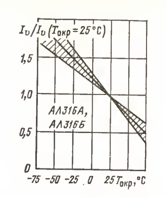
Постоянный прямой ток:	
при $T_{окр}=25$ °C	20 мА
при $T_{окр}=70$ °C	12 мА
Диапазон рабочей температуры окружающей среды	—60÷+70 °C



Вольт-амперная характеристика (показаны зона разброса и усредненная кривая)



Типовая зависимость силы света от прямого тока



Зависимость силы света (в относительных единицах) от температуры окружающей среды (показаны зона разброса и усредненная кривая)

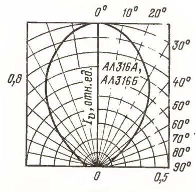
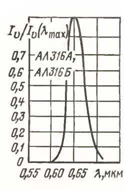


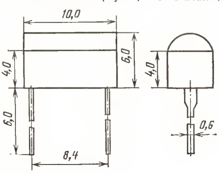
Диаграмма направленности излучения

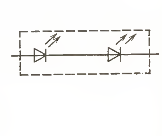


Спектр излучения светоизлучающих диодов

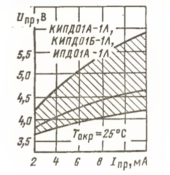
КИПД01(А-1Л, Б-1Л), ИПД01А-1Л

Светоизлучающие диоды фосфидогаллиевые, цвет свечения зеленый. Изготавливаются на основе эпитаксиальных структур. Выпускаются в пластмассовых корпусах, обеспечивающих бесшовную стыковку.

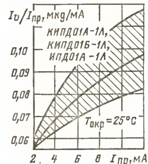




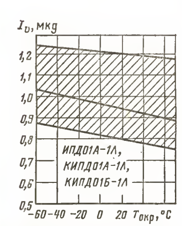
Используются в мнемонических щитах для организации вертикальных и горизонтальных линейных шкал и других элементов для индикации контролируемых параметров. Масса не более 1,0 г.



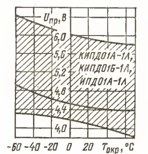
Вольт-амперная характеристика (показаны зона разброса и усредненная кривая)



Зависимость отношения силы света к прямому току от прямого тока через диод (показаны зона разброса и усредненная кривая)



Зависимость силы света от температуры окружающей среды (показаны зона разброса и усредненная кривая)



Зависимость прямого напряжения от температуры окружающей среды (показаны зона разброса и усредненная кривая)

Электрические и световые параметры при $T_{окр}=25$ °C

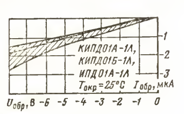
Сила света при $I_{пр}=10$ мА, не менее:

КИПД01А, ИПД01А . . . . 0,8 мкд
КИПД01Б . . . . 0,6 мкд

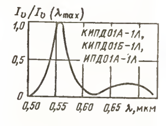
Постоянное прямое напряжение при $I_{пр}=10$ мА, не более	7 В
Максимум спектрального распределения излучения на длине волны	0,55—0,56 мкм

Предельные эксплуатационные данные во всем диапазоне рабочих температур

Постоянный прямой ток	12 мА
Импульсный прямой ток:	
при $\tau_и \geq 10$ мс	12 мА
при $\tau_и < 10$ мс, $Q=16$	48 мА
Постоянное обратное напряжение	8 В
Диапазон рабочей температуры окружающей среды	$-60 \div +70$ °С



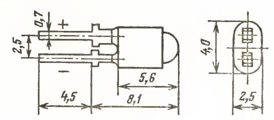
Зависимость обратного тока через диод от обратного напряжения (показаны зона разброса и усредненная кривая)



Спектр излучения светоизлучающих диодов

КИПД02(А-1К, Б-1К, В-1Л, Г-1Л, Д-1Ж, Е-1Ж)

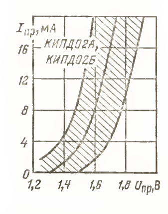
Светоизлучающие диоды эпитаксиальные. Изготавливаются на основе твердого раствора галлий—алюминий—мышьяк (КИПД02А, КИПД02Б) и фосфида галлия (КИПД02В—КИПД02Е). Выпускаются в пластмассовом корпусе. Масса не более 0,15 г.



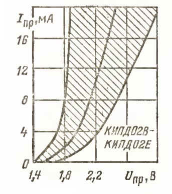
Электрические и световые параметры при $T_{окр}=25$ °С

Сила света при $I_{пр}=5$ мА, не менее:	
КИПД02А	0,4 мкд
КИПД02Б	0,9 мкд

КИПД02В, КИПД02Д	0,25 мкд
КИПД02Г	0,5 мкд
КИПД02Е	0,65 мкд
Цвет свечения:	
КИПД02А, КИПД02Б	Красный
КИПД02В, КИПД02Г	Зеленый
КИПД02Д, КИПД02Е	Желтый
Постоянное прямое напряжение при $I_{пр}=4$ мА, не более:	
КИПД02А, КИПД02Б	1,8 В
КИПД02В, КИПД02Г, КИПД02Д, КИПД02Е .	2,5 В
Максимум спектрального распределения излучения на длине волны:	
КИПД02А, КИПД02Б	0,7 мкм
КИПД02В, КИПД02Г	0,55 мкм
КИПД02Д, КИПД02Е	0,63 мкм



Вольт-амперная характеристика (показаны зона разброса и усредненная кривая)



Вольт-амперная характеристика (показаны зона разброса и усредненная кривая)



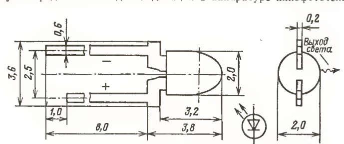
Типовая зависимость силы света (в относительных единицах) от прямого тока

Предельные эксплуатационные данные во всем диапазоне рабочей температуры

Постоянный прямой ток	20 мА
Импульсный прямой ток при $\tau_и=2$ мс, $Q\geqslant10$:	
КИПД02А, КИПД02Б	100 мА
КИПД02В, КИПД02Г, КИПД02Д, КИПД02Е	60 мА
Обратное постоянное напряжение	3 В
Диапазон рабочей температуры окружающей среды	$-60\div+70$ °С

КИПД05(А-1К, Б-1Л, В-1Ж)

Светоизлучающие диоды эпитаксиальные. Изготавливаются на основе твердого раствора галлий—алюминий—мышьяк (КИПД05А) и фосфида галлия (КИПД05Б, КИПД05В), Выпускаются в пластмассовом корпусе. Предназначены для индикации в аппаратуре кинофототехники.

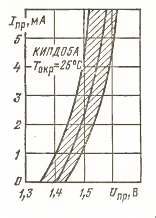


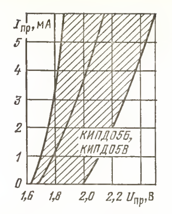
Электрические и световые параметры при $T_{окр}=25$ °С

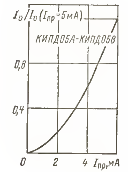
Сила света при $I_{пр}=5$ мА, не менее:	
КИПД05А	0,2 мкд
КИПД05Б, КИПД05В	0,1 мкд
Цвет свечения:	
КИПД05А	Красный
КИПД05Б	Зеленый
КИПД05В	Желтый
Постоянное прямое напряжение при $I_{пр}=5$ мА, не более:	
КИПД05А	1,8 В
КИПД05Б, КИПД05В	2,5 В
Максимум спектрального распределения излучения на длине волны:	
КИПД05А	0,7 мкм
КИПД05Б	0,55 мкм
КИПД05В	0,63 мкм

Предельные эксплуатационные данные во всем диапазоне рабочей температуры

Постоянный прямой ток	6 мА
Импульсный прямой ток при $\tau_и=2$ мс, $Q\geqslant10$	20 мА
Мощность рассеяния диода:	
КИПД05А	11 мВт
КИПД05Б, КИПД05В	15 мВт
Обратное постоянное напряжение	6 В
Диапазон рабочей температуры окружающей среды	$-60\div+70$ °С







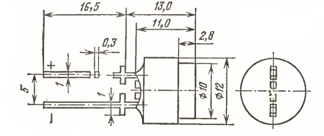
Вольт-амперная характеристика (показаны зона разброса и усредненная кривая)

Вольт-амперная характеристика (показаны зона разброса и усредненная кривая)

Типовая зависимость силы света (в относительных единицах) от прямого тока

КИПД06(А-1К, Б-1К, В-1Л, Г-1Л)

Светоизлучающие диоды эпитаксиальные. Изготавливаются на основе твердого раствора галлий — алюминий — мышьяк (КИПД06А, КИПД06Б) и фосфида галлия (КИПД06В, КИПД06Г). Выпускаются в пластмассовом корпусе. Предназначены для использования в информационных табло коллективного пользования. Масса не более 1,5 г.



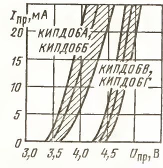
Маркируются цветными точками: КИПД06А — одной черной или красной; КИПД06Б — двумя красными или черными; КИПД06В — одной зеленой; КИПД06Г — двумя зелеными.

Электрические и световые параметры при $T_{окр}=25$ °С

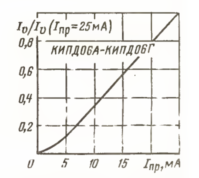
Сила света при $I_{пр}=25$ мА, не менее:	
КИПД06А	4 мкд
КИПД06Б	6 мкд
КИПД06В	3 мкд
КИПД06Г	5 мкд
Цвет свечения:	
КИПД06А, КИПД06Б	Красный
КИПД06В, КИПД06Г	Зеленый
Постоянное прямое напряжение при $I_{пр}=25$ мА, не более:	
КИПД06А, КИПД06Б	5,5 В
КИПД06В, КИПД06Г	7,5 В
Максимум спектрального распределения излучения на длине волны	0,7 мкм

Предельные эксплуатационные данные во всем диапазоне рабочей температуры

Постоянный прямой ток	25 мА
Импульсный прямой ток при $\tau_и=2$ мс, $Q\geqslant10$:	
КИПД06А, КИПД06Б	75 мА
КИПД06В, КИПД06Г	50 мА
Мощность рассеяния диода:	
КИПД06А, КИПД06Б	140 мВт
КИПД06В, КИПД06Г	190 мВт
Обратное постоянное или импульсное напряжение	10 В
Диапазон рабочей температуры окружающей среды	−40÷+55 °С



Вольт-амперная характеристика (показаны зона разброса и усредненные кривые)

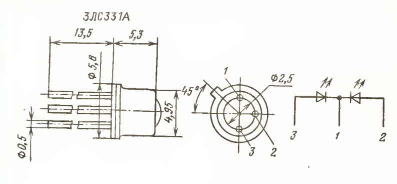


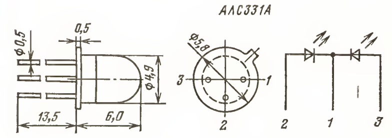
Типовая зависимость силы света (в относительных единицах) от прямого тока

1.4. СВЕТОИЗЛУЧАЮЩИЕ ДИОДЫ С УПРАВЛЯЕМЫМ ЦВЕТОМ СВЕЧЕНИЯ

АЛС331А, 3ЛС331А

Светоизлучающий диод фосфидогаллиевый эпитаксиальный двухпереходный с управляемым цветом свечения. Выпускается: АЛС331А — в пластмассовом корпусе, а 3ЛС331А — в металлостеклянном. Масса, не более: АЛС331А — 0,3 г, 3ЛС331А — 0,5 г.





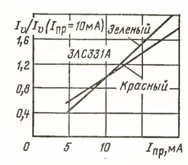
Светоизлучающие диоды не маркируются, тип прибора указывается на групповой таре: 3—1 — диод зеленого цвета свечения; 2—1 — диод красного цвета свечения.

Электрические и световые параметры при $T_{окр}=25$ °С

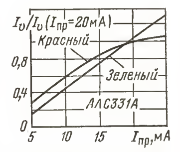
Сила света не менее:	
АЛС331А при $I_{пр}=20$ мА	0,6 мкд
3ЛС331А при $I_{пр}=10$ мА	0,25 мкд
Постоянное прямое напряжение, не более:	
АЛС331А при $I_{пр}=20$ мА	4 В
3ЛС331А при $I_{пр}=10$ мА	3 В
Цвет свечения	Переменный: от красного до зеленого

Максимум спектрального распределения излучения
на длине волны . . . . 0,7 мкм;
0,56 мкм

Примечание. Указаны два максимума спектрального распределения излучения: красного и зеленого цветов свечения, соответствующие свечению двух переходов. Соотношение их интенсивностей регулируется путем изменения токов через переходы.



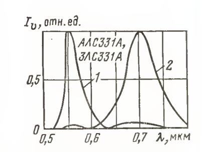
Типовая зависимость силы света (в относительных единицах) от прямого тока



Типовая зависимость силы света (в относительных единицах) от прямого тока



Зависимость цвета свечения от прямого тока через переходы



Спектры излучения светоизлучающих диодов

Предельные эксплуатационные данные

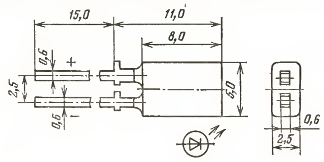
Постоянный прямой ток через один переход:
при $T_{окр} \leqslant 50°C$ . . . . 20 мА
при $T_{окр} \leqslant 70°C$ . . . . 11 мА
Постоянный прямой ток через оба перехода:

при $T_{окр} \leq 50$ °C . . . . 20 мА
при $T_{окр} \leq 70$ °C . . . . 11 мА
Импульсный прямой ток через один переход или суммарный через оба перехода при $\tau_и = 2$ мс, $Q \geq 5$, $T_{окр} = 70$ °C:
3ЛС331А . . . . 70 мА
Обратное постоянное напряжение . . . . . . 2 В
Диапазон рабочей температуры окружающей среды . $-60 \div +70$ °C

1.5. МНЕМОНИЧЕСКИЕ СВЕТОИЗЛУЧАЮЩИЕ ДИОДЫ

КИПМ01(А-1К, Б-1К, В-1Л, Г-1Л, Д-1Л)

Светоизлучающие диоды эпитаксиальные. Изготавливаются на основе твердых растворов галлий — алюминий — мышьяк (КИПМ01А, КИПМ01Б) и фосфида галлия (КИПМ01В, КИПМ01Г, КИПМ01Д). Выпускаются в пластмассовом корпусе. Масса не более 0,5 г.



Предназначены для отображения элементов прямоугольной формы в системе мнемонической информации.

Левый вывод, уширенный у основания, является для КИПМ01А, КИПМ01Б анодным, а для КИПМ01В, КИПМ01Г, КИПМ01Д — катодным.

Электрические и световые параметры при $T_{окр} = 25$ °C

Сила света при $I_{пр} = 10$ мА для КИПМ01А, КИПМ01Б и $I_{пр} = 20$ мА, для остальных, не менее:
КИПМ01А, КИПМ01В . . . . 0,4 мкд
КИПМ01Б, КИПМ01Г . . . . 1 мкд
КИПМ01Д . . . . 2 мкд
Цвет свечения:
КИПМ01А, КИПМ01Б . . . . Красный
КИПМ01В, КИПМ01Г, КИПМ01Д . . . . . . Зеленый
Постоянное прямое напряжение при $I_{пр} = 10$ мА для КИПМ01А, КИПМ01Б и $I_{пр} = 20$ мА для остальных, не более:

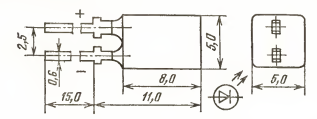
КИПМ01А, КИПМ01Б	2 В
КИПМ01В, КИПМ01Г, КИПМ01Д	2,8 В
Максимум спектрального распределения излучения на длине волны:	
КИПМ01А, КИПМ01Б	0,7 мкд
КИПМ01В, КИПМ01Г, КИПМ01Д	0,56 мкм

Предельные эксплуатационные данные

Постоянный прямой ток:	
при $T_{окр} \leqslant 35$ °С	30 мА
при $T_{окр} = 70$ °С	22 мА
Импульсный прямой ток при $\tau_и = 2$ мс, $Q \geqslant 10$, $T_{окр} = 70$ °С	60 мА
Обратное постоянное напряжение	5 В
Диапазон рабочей температуры окружающей среды .	$-60 \div +70$ °С

КИПМ02(А-1К, Б-1К, В-1Л, Г-1Л, Д-1Л)

Светоизлучающие диоды эпитаксиальные. Изготавливаются на основе твердых растворов галлий — алюминий — мышьяк (КИПМ02А, КИПМ02Б) и фосфида галлия (КИПМ02В, КИПМ02Г, КИПМ02Д). Выпускаются в пластмассовом корпусе. Масса не более 0,5 г. Предназначены для отображения элементов квадратной формы в системе мнемонической информации.



Левый вывод, уширенный у основания, является для КИПМ02А, КИПМ02Б анодным, а для КИПМ02В, КИПМ02Г, КИПМ02Д — катодным.

Электрические и световые параметры при $T_{окр} = 25$ °С

Сила света при $I_{пр} = 10$ мА для КИПМ02А, КИПМ02Б и $I_{пр} = 20$ мА для остальных, не менее.	
КИПМ02А, КИПМ02В	0,4 мкд
КИПМ02Б, КИПМ02Г	1 мкд
КИПМ02Д	2 мкд
Цвет свечения:	
КИПМ02А, КИПМ02Б	Красный
КИПМ02В, КИПМ02Г, КИПМ02Д	Зеленый

Постоянное прямое напряжение, не более:

КИПМ02А, КИПМ02Б при $I_{пр}=10$ мА	2 В
КИПМ02В, КИПМ02Г, КИПМ02Д при $I_{пр}=20$ мА	2,8 В

Максимум спектрального распределения излучения на длине волны:

КИПМ02А, КИПМ02Б	0,7 мкм
КИПМ02В, КИПМ02Г, КИПМ02Д	0,56 мкм

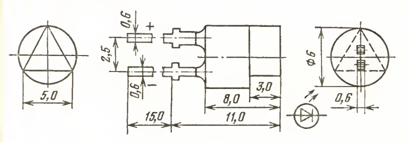
Предельные эксплуатационные данные

Постоянный прямой ток:

при $T_{окр} \leqslant 35$ °С	30 мА
при $T_{окр}=70$ °С	22 мА
Импульсный прямой ток при $\tau_и=2$ мс, $Q \geqslant 10$, $T_{окр}=70$ °С	70 мА
Обратное постоянное напряжение	5 В
Диапазон рабочей температуры окружающей среды	$-60 \div +70$ °С

КИПМ03(А-1К, Б-1К, В-1Л, Г-1Л, Д-1Л)

Светоизлучающие диоды эпитаксиальные. Изготавливаются на основе твердых растворов галлий — алюминий — мышьяк (КИПМ03А, КИПМ03Б) и фосфида галлия (КИПМ03В, КИПМ03Г, КИПМ03Д). Выпускаются в пластмассовом корпусе. Масса не более 0,5 г. Предназначены для отображения элементов треугольной формы в системе мнемонической информации.



Левый вывод, уширенный у основания, является для КИПМ03А, КИПМ03Б анодным, а для КИПМ03В, КИПМ03Г, КИПМ03Д — катодным.

Электрические и световые параметры при $T_{окр}=25$ °С

Сила света при $I_{пр}=10$ мА для КИПМ03А, КИПМ03Б и $I_{пр}=20$ мА для остальных, не менее:

КИПМ03А, КИПМ03В	0,4 мкд
КИПМ03Б, КИПМ03Г	1 мкд
КИПМ03Д	2 мкд

Цвет свечения:

КИПМ03А, КИПМ03Б	Красный
КИПМ03В, КИПМ03Г, КИПМ03Д	Зеленый

Постоянное прямое напряжение, не более:

КИПМ03А, КИПМ03Б при $I_{пр}=10$ мА	2 В
КИПМ03В, КИПМ03Г, КИПМ03Д при $I_{пр}=20$ мА	2,8 В

Максимум спектрального распределения излучения на длине волны:

КИПМ03А, КИПМ03Б	0,7 мкм
КИПМ03В, КИПМ03Г, КИПМ03Д	0,56 мкм

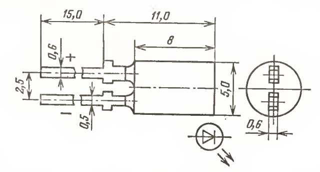
Предельные эксплуатационные данные

Постоянный прямой ток:

при $T_{окр} \leqslant 35$ °С	30 мА
при $T_{окр}=70$ °С	22 мА
Импульсный прямой ток при $\tau_и=2$ мс, $Q \geqslant 10$, $T_{окр}=70$ °С	70 мА
Обратное постоянное напряжение	5 В
Диапазон рабочей температуры окружающей среды	$-60 \div +70$ °С

КИПМ04(А-1К, Б-1К, В-1Л, Г-1Л, Д-1Л)

Светоизлучающие диоды эпитаксиальные. Изготавливаются на основе твердых растворов галлий — алюминий — мышьяк (КИПМ04А, КИПМ04Б) и фосфида галлия (КИПМ04В, КИПМ04Г, КИПМ04Д). Выпускаются в пластмассовом корпусе. Масса не более 0,5 г. Предназначены для отображения элементов круглой формы в системе мнемонической информации.



Левый вывод, уширенный у основания, является для КИПМ04А, КИПМ04Б анодным, а для КИПМ04В, КИПМ04Г, КИПМ04Д — катодным.

Электрические и световые параметры при $T_{окр}=25$ °С

Сила света при $I_{пр}=10$ мА для КИПМ04А, КИПМ04Б и $I_{пр}=20$ мА для остальных, не менее:

КИПМ04А, КИПМ04В	0,4 мкд
КИПМ04Б, КИПМ04Г	1 мкд
КИПМ04Д	2 мкд

Цвет свечения:

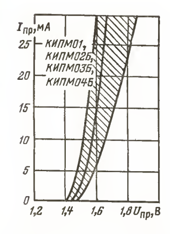
КИПМ04А, КИПМ04Б . . . . Красный
КИПМ04В, КИПМ04Г, КИПМ04Д . . . . . . Зеленый

Постоянное прямое напряжение, не более:

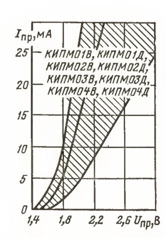
КИПМ04А, КИПМ04Б при $I_{пр}=10$ мА . . . . . 2 В
КИПМ04В, КИПМ04Г, КИПМ04Д прн $I_{пр}=20$ мА . 2,8 В

Максимум спектрального распределення излучния на длине волны:

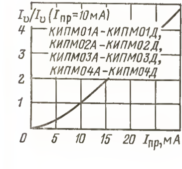
КИПМ04А, КИПМ04Б . . . . 0,7 мкм
КИПМ04В, КИПМ04Г, КИПМ04Д . . . . . . 0,56 мкм



Вольт-амперная характеристнка (показаны зона разброса и усредненная кривая)



Вольт-амперная характеристика (показаны зона разброса и усредненная кривая)



Типовая зависимость снлы света (в относнтельных единицах) от прямого тока

Предельные эксплуатационные данные

Постоянный прямой ток:
- при $T_{окр} \leqslant 35$ °С . . . . 30 мА
- при $T_{окр} = 70$ °С . . . . 22 мА

Импульсный прямой ток при $\tau_и = 2$ мс, $Q \geqslant 10$, $T_{окр} = 70$ °С . . . . 70 мА

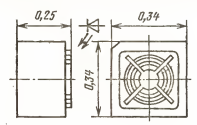
Обратное постоянное напряжение . . . . . . 5 В

Диапазон рабочей температуры окружающей среды . —60÷+70 °С

1.6. БЕСКОРПУСНЫЕ СВЕТОИЗЛУЧАЮЩИЕ ДИОДЫ

КИПД03(А-1К-5, А-1Ж-5, А-1Л-5)

Светоизлучающие диоды бескорпусные. Изготавливаются: КИПД03А-1К-5, КИПД03А-1Ж-5 по планарной технологии на основе гетероструктур галлий — фосфор — мышьяк, КИПД03А-1Л-5 по эпитаксиально-диффузионной технологии на основе фосфида галлия. Выпускаются в виде кристаллов с контактными площадками. Предназначены для цветовой индикации в кинофотоаппаратуре, используются в герметизированных электронных блоках. Масса не более 0,0002 г.



Электрические и световые параметры при $T_{окр} = 25$ °С

Сила света при $I_{пр} = 5$ мА, не менее:
- КИПД03А-1К-5 . . . . 60 мккд
- КИПД03А-1Ж-5 . . . . 30 мккд
- КИПД03А-1Л-5 . . . . 32 мккд

Цвет свечения:
- КИПД03А-1К-5 . . . . Красный
- КИПД03А-1Ж-5 . . . . Желтый
- КИПД03А-1Л-5 . . . . Зеленый

Максимум спектрального распределения излучения на длине волны:
- КИПД03А-1К-5 . . . . 0,65 мкм
- КИПД03А-1Ж-5 . . . . 0,6 мкм
- КИПД03А-1Л-5 . . . . 0,57 мкм

Постоянное прямое напряжение при $I_{пр} = 5$ мА, не более:
- КИПД03А-1К-5 . . . . 2 В
- КИПД03А-1Ж-5 . . . . 2,5 В
- КИПД03А-1Л-5 . . . . 3 В

Предельные эксплуатационные данные во всем диапазоне рабочей температуры

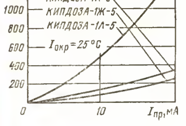
Постоянный прямой или средний ток . . . . . . 8 мА
Импульсный прямой ток при $\tau_и = 2{,}5$ мс . . . . . . 50 мА
Постоянное обратное напряжение . . . . 5 В
Диапазон рабочей температуры окружающей среды . $-60 \div +70$ °С

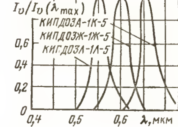


Типовые вольт-амперные характеристики

Спектры излучения светоизлучающих диодов

Типовые зависимости силы света от прямого тока





1.7. МИКРОСХЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ СВЕТОИЗЛУЧАЮЩИМИ ДИОДАМИ

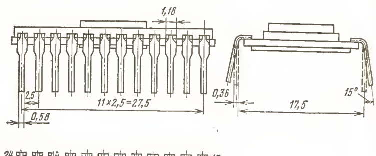
КМ155ИД8А, КМ155ИД8Б

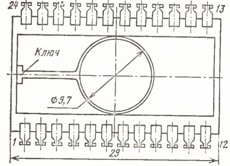
Дешифраторы 4-разрядного двоичного кода в сигналы управления неполной матрицей 7×5 точек. Изготавливаются на основе ТТЛ-технологии. Выпускаются в металлокерамическом корпусе.

Предназначены для управления дискретными светоизлучающими диодами, расположенными на печатной плате в виде неполной матрицы

из 7×5 точек, позволяющнмн индицировать крупноразмерные цифры от 0 до 9, знаки «—» (минус) и «Е» (переполнение).

С помощью данного дешифратора возможно также организовать управление 7-сегментным индикатором на основе светодиодных структур, объединенных по схеме с общим анодом.





Схемы подключения дешифратора приведены ниже.

Назначение выводов: *8, 4, 2, 1* — информационные входы для приема двоичного числа; $\overline{Q0}$—$\overline{Q17}$ — выходы дешифратора; *24* — $U_{пит}$; *12* — общий.

Электрические параметры при $T_{окр}=25\ ^\circ C$

Входной ток в состоянии логического 0, не более . . .	1,6 мА
Входной ток в состоянии логической 1, не более . . .	40 мкА
Выходное напряжение логического 0:	
для выходов, коммутирующих один светодиод, при $I_{нагр}=10$ мА КМ155ИД8А и $I_{нагр}=15$ мА КМ155ИД8Б	2,3—4 В
для выходов, коммутирующих два последовательно соединенных светодиода, при $I_{нагр}=10$ мА КМ155ИД8А и $I_{нагр}=15$ мА КМ155ИД8Б	1—2,3 В
Ток потребления	65 мА
Ток утечки на выходе	0,2 мА

КМ155ИД8А-Б

DC

23 — 1

22 — 2

21 — 4

20 — 8

Выход управления децимальной точкой

$U_{пит}=5В$

Схема подключения дешифраторов КМ155ИД8А и КМ155ИД8Б к светодиодной матрице

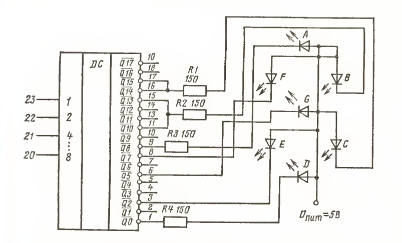
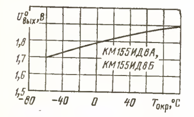


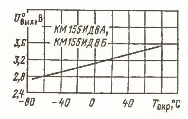
Схема подключения дешифраторов КМ155ИД8А и КМ155ИД8Б к 7-сегментному полупроводниковому индикатору

Предельные эксплуатационные данные

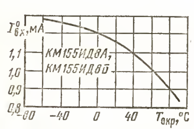
Напряжение питания . . . . 5±0,5 В
Максимальное кратковременное напряжение питания при $\tau_и$=5 с . . . . 7 В
Минимальный выходной ток при $U_{пит}$=5,5 В:
для КМ155ИД8А . . . . 10 мА
для КМ155ИД8Б . . . . 15 мА
Диапазон рабочей температуры окружающей среды . —45÷+85 °С



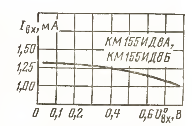
Зависимость выходного напряжения логического 0 от температуры (для выходов, управляющих парой последовательно соединенных светоизлучающих диодов)



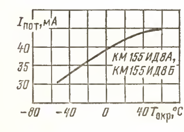
Зависимость выходного напряжения логического 0 от температуры (для выходов, управляющих одним дискретным светоизлучающим диодом)



Зависимость входного тока логического 0 от температуры



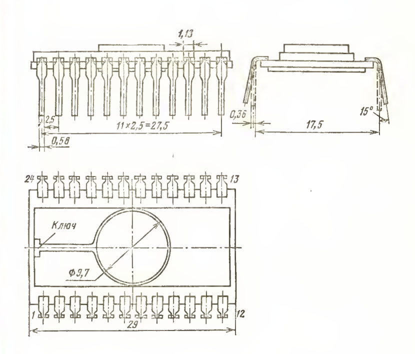
Зависимость входного тока от напряжения в состоянии логического 0



Зависимость тока потребления от температуры

КМ155ИД9

Дешифраторы 4-разрядного двоичного кода в сигналы управления неполной матрицей из 7×4 точек. Изготавливаются на основе ТТЛ-технологии. Выпускаются в металлокерамическом корпусе.



Предназначены для управления дискретными светоизлучающими диодами, расположенными на печатной плате в виде неполной матрицы из 7×4 точек, позволяющими индицировать крупноразмерные цифры от 0 до 9, а также для управления 7-сегментными индикаторами на основе полупроводниковых светодиодных структур, соединенных по схеме с общим анодом.

Схемы подключения дешифратора приведены ниже.

Сопротивления резисторов *R1*—*R7* подбираются из условия обеспечения необходимого тока через сегмент. Назначение выводов. *8*, *4*, *2*, *1* — информационные входы для приема двоичного числа; $\overline{Q0}$—$\overline{Q12}$ — выходы дешифратора; *24* — $U_{пит}$; *12* — общий.

4*

DC
$\overline{Q12}$ 10, $\overline{Q11}$ 9, $\overline{Q10}$ 11, $\overline{Q9}$ 8, $\overline{Q8}$ 13, $\overline{Q7}$ 7, $\overline{Q6}$ 14, $\overline{Q5}$ 15, $\overline{Q4}$ 5, $\overline{Q3}$ 17, $\overline{Q2}$ 3, $\overline{Q1}$ 19, $\overline{Q0}$ 1
23 — 1, 22 — 2, 21 — 4, 20 — 8
$U_{пит}$=5В

Схема подключения дешифраторов КМ155ИД9 к светодиодной матрице

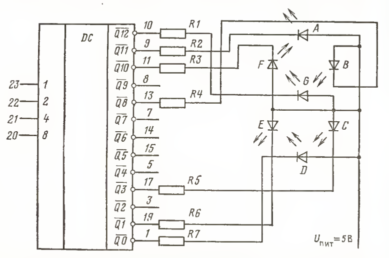


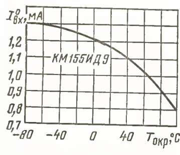
Схема подключения дешифраторов КМ155ИД9 к 7-сегментному полупроводниковому индикатору

Электрические параметры при $T_{окр}=25$ °С

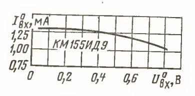
Входной ток в состоянии логического 0, не менее	1,6 мА
Входной ток в состоянии логической 1, не более	40 мкА
Выходное напряжение логического 0:	
для выходов, коммутирующих один светодиод	2,3—4 В
для выходов, коммутирующих два последовательно соединенных светодиода	1—2,3 В
Ток потребления	65 мА
Ток утечки на выходе	0,2 мА

Предельные эксплуатационные данные

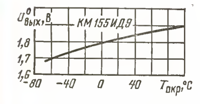
Напряжение питания	(5±0,5) В
Минимальное входное напряжение высокого уровня	2 В
Максимальное входное напряжение низкого уровня	0,8 В
Выходной ток	10 мА
Диапазон рабочей температуры окружающей среды	—45÷+85° С



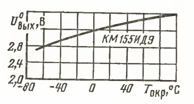
Зависимость входного тока логического 0 от температуры



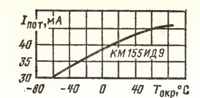
Зависимость входного тока от напряжения в состоянии логического 0



Зависимость выходного напряжения логического 0 от температуры (для выходов, управляющих парой последовательно соединенных светоизлучающих диодов)



Зависимость выходного напряжения логического 0 от температуры (для выходов, управляющих одним дискретным светоизлучающим диодом)



Зависимость тока потребления от температуры

Раздел 2

ИНФРАКРАСНЫЕ ИЗЛУЧАЮЩИЕ ДИОДЫ

2.1. ПАРАМЕТРЫ, ПРИМЕНЕНИЕ

Инфракрасный излучающий диод (ИК-диод) — это полупроводниковый диод, который при протекании через него прямого тока излучает электромагнитную энергию в инфракрасной области спектра.

Принцип работы ИК-диода такой же, как и светоизлучающего. В отличие от последнего излучение ИК-диода не может быть воспринято человеческим глазом, а регистрируется лишь физическим фотоприемником, чувствительным в соответствующей полосе спектра.

Основными материалами для изготовления ИК-диодов являются арсенид галлия и структуры галлий — алюминий — мышьяк, выращенные на арсенидогаллиевой подложке методом жидкофазной эпитаксии. Спектральные характеристики диодов имеют один выраженный максимум в интервале длин волн от 0,87 до 0,96 мкм. Излучательная эффективность у ИК-диодов выше, чем у светоизлучающих.

Специфическими параметрами ИК-диодов являются следующие:

мощность излучения $P_{изл}$ — поток излучения определенного спектрального состава, излучаемого диодом. Измеряется при заданном прямом токе через диод;

импульсная мощность излучения $P_{изл.и}$ — амплитуда потока излучения, измеряемая при заданном импульсе прямого тока через диод;

ширина спектра излучения $\Delta\lambda_{0,5}$ — интервал длин волн, в котором спектральная плотность мощности излучения диода составляет половину максимальной;

максимально допустимый прямой импульсный ток $I_{пр.и}$ (так как ИК-диоды часто используются в импульсном режиме излучения);

время нарастания импульса излучения $t_{нар.изл}$ — интервал времени, в течение которого мощность излучения диода нарастает от 0,1 до 0,9 максимального значения;

время спада импульса излучения $t_{сп.изл}$ — интервал времени, в течение которого мощность излучения диода изменяется от 0,9 до 0,1 максимального значения;

скважность Q — отношение периода импульсных колебаний к длительности импульса.

Параметры, определяющие статические режимы работы ИК-диодов (прямое и обратное напряжение, прямой ток), такие же, как для светоизлучающих диодов.

Характеристикой диода как источника инфракрасного излучения является ватт-амперная характеристика — зависимость мощности излучения в ваттах (милливаттах) от прямого тока, протекающего через диод, $P_{изл}=f(I_{пр})$.

На приводимых для серийных приборов графиках изменение мощности излучения от тока часто дается в относительных единицах величины, указанной в основных параметрах для данного типа диода, при номинальном токе.

Спектральный состав излучения диодов характеризуется спектральными характеристиками. Следует иметь в виду, что диоды некоторых типов имеют большой разброс λ_{max} от образца к образцу. Это необходимо учитывать при спектральном согласовании излучательного диода с фотоприемником. На графиках указывается обычно усредненное положение спектральной характеристики.

Диаграмма направленности излучения диода показывает уменьшение мощности излучения в зависимости от угла между направлением излучения и центральной оптической осью прибора. Большинство диодов имеет остронаправленное излучение.

При использовании излучательных диодов необходимо учитывать значительное уменьшение мощности излучения и уход λ_{max} в сторону длинных волн при повышении температуры.

Важным параметром излучающих ИК-диодов является быстродействие, которое характеризуется временем нарастания и спада импульса излучения, приводимым в справочных данных для серийных приборов.

Инфракрасные диоды выпускаются в металлических корпусах со стеклянной полусферической излучающей поверхностью; в миниатюрных пластмассовых корпусах с излучающей головкой выпуклого профиля из прозрачного бесцветного компаунда и, наконец, бескорпусные, представляющие собой излучающий кристаллик, изолированный капелькой прозрачного компаунда с тонкими выводами для питания; при хранении каждый такой прибор размещается в индивидуальной таре — спутнике.

Еще одной разновидностью ИК-диодов, разработанных для оптических линий связи, являются приборы в металлическом корпусе, снабженные со стороны излучающей головки резьбовым патрубком для соединения с волоконным проводом.

При монтаже ИК-диодов допускается приклейка их клеем ОК-72Ф.

Мощные ИК-диоды могут работать в номинальном, а тем более в предельно допустимом режиме только с использованием радиаторов площадью не менее 20 см^2 и толщиной не менее 5 мм.

Инфракрасные диоды находят применение в разнообразных устройствах, принцип работы которых основывается либо на электрическом управлении мощностью излучения диода (путем изменения прямого тока), либо на управлении коэффициентом передачи оптического канала при постоянной мощности излучения.

Перспективной считается область применения ИК-диодов в качестве преобразователя энергии и источника передачи информации, в узлах и линиях, требующих оптической связи или гальванической развязки.

Ниже приводятся примеры использования ИК-диодов, охватывающие различные области и схемотехнические особенности их использования.

Важное значение имеют ИК-диоды в преобразователе «угол — код» (рис. 2.1). Постоянное излучение, направленное на вал с продольными чередующимися полосами черного и белого цветов, отражается на фотоприемник, который при вращении вала последовательно получает световые импульсы. Частота следования этих импульсов в любой момент

соответствует частоте вращения вала. После преобразования их в электрические импульсы на выходе устройства фиксируется код вращения.

На рис. 2.2 приведена схема оптического переключения на основе ИК-диода и фототранзистора. Светонепроницаемая заслонка может перемещаться перпендикулярно оптическому каналу и вызывать отпирание и запирание фототранзистора.

Пороговый элемент, подключенный к коллекторам транзисторов, устраняет инерционность включения и выключения фототранзистора,

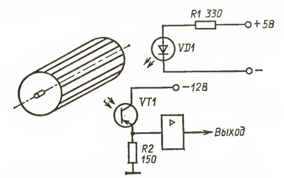


Рис. 2.1. Схема преобразователя «угол—код»

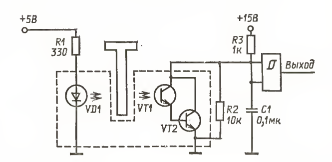


Рис. 2.2. Схема оптоэлектронного кнопочного переключателя

вызванную нерезким перекрытием светового луча, и формирует на выходе импульсы переключения с крутым фронтом.

Разработаны клавиатуры для дистанционного управления дисплейным комплексом или персональным компьютером с передачей данных в ИК-диапазоне. Клавиатура представляет собой пульт со схемами питания, кодирования и формирования сигналов, передаваемых с помощью ИК-диодов в сторону фотоприемников, установленных непосредственно на управляемой аппаратуре.

Дистанционная передача сигналов с помощью ИК-излучения имеет преимущества как перед кабельной связью (отсутствие проводов и воз-

можных электрических наводок), так и перед высокочастотным радиоуправлением (опасность электромагнитных помех и влияние передаваемых радиосигналов на другие системы).

Перспективно применение ИК-диодов в фотонных линиях связи, которые могут осуществляться по воздуху (атмосферные оптические линии) и волоконно-оптическому кабелю (волоконно-оптические линии).

Оптимальным расстоянием для атмосферных оптических линий считается протяженность около 1,6 км (например, связь между крупными зданиями). На таком расстоянии линии устойчивы к воздействию большинства неблагоприятных погодных факторов, таких, как снег, дождь или туман.

Волоконно-оптические линии могут применяться для передачи данных от ЭВМ к периферийным устройствам, для обмена информацией между узлами аппаратуры, находящейся в разных помещениях.

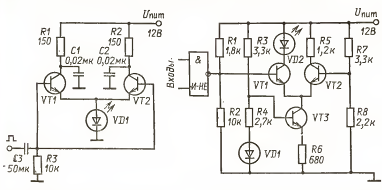


Рис. 2.3. Формирователь мощных импульсов ИК-излучения с резкими фронтами включения и выключения

Рис. 2.4. Помехоустойчивая схема возбуждения ИК-диода для питания волоконно-оптической линии

Другое направление применения волоконно-оптических линий — беспроволочные телефонные кабели. Светопроводник, заключенный в полихлорвиниловую оболочку и стальную оплетку, может обеспечить надежную связь на многие километры, при этом число частотных каналов в такой линии в несколько раз больше, чем в электропроводной; скорость передачи информации (телеграфом) выше; имеется гарантия от утечки данных через электромагнитные наводки.

Для получения световой энергии, подводимой к волоконно-оптической линии, существуют различные типы схем возбуждения ИК-диода, являющегося генератором энергии излучения. На рис. 2.3 показана схема формирования мощных импульсов излучения с резкими фронтами включения и выключения. Транзисторы *VT1* и *VT2* отпираются импульсами внешнего генератора. Параметры $U_{пит}$ и сопротивления резисторов *R1*, *R2* выбираются такими, чтобы транзисторы действовали в режиме лавинного пробоя. Схема возбуждения ИК-диода прямым током около 100 мА, обладающая высокой помехоустойчивостью, показана на

рис. 2.4. При включении логического элемента И—НЕ потенциал базы транзистора *VT1* снижается, ток, стабилизированный транзистором *VT3*, переключается в эмиттерную цепь транзистора *VT2*, а транзистор *VT1* и диод *VD2* выключаются. При этом суммарный ток, потребляемый данным устройством по коллекторным цепям транзисторов *VT1* и *VT2*, не изменяется и, следовательно, переключение ИК-диода не создает помехи в цепи питания.

Существует большое число применений ИК-диодов в разнообразных датчиках.

На рис. 2.5 показан датчик устройства взвешивания сыпучих веществ. После отсыпки в бункер требуемой массы правое плечо коромысла весов прерывает поток излучения ИК-диода. В схеме формирует-

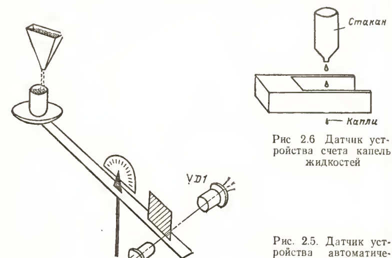


Рис 2.6 Датчик устройства счета капель жидкостей

Рис. 2.5. Датчик устройства автоматического взвешивания сыпучих веществ

ся сигнал, который дает команду на опрокидывание наполненного бункера. На рис. 2.6 показан датчик устройства счета капель жидкостей. Датчик устройства обнаружения брака при производстве ленты показан на рис. 2.7. Движущаяся лента перекрывает поток излучения диода на пути к фотоприемнику. При появлении разрыва в материале фотоприемник получает импульс излучения и схема генерирует сигнал наличия брака.

Большое значение для охраны окружающей среды имеет контроль эффективной работы очистных фильтров дымовыводных труб. При концентрации частиц сажи и пыли выше допустимой нормы поток энергии, попадающей на фотоприемник от ИК-диода (рис. 2.8), становится малым. В результате формируется сигнал предупреждения.

На рис. 2.9 показан принцип счета движущихся заготовок на конвейере. На рис. 2.10 изображена схема аварийной остановки конвейера при недопустимом скоплении заготовок на движущейся ленте. При ритмичной работе движущиеся заготовки периодически перекрывают на

короткое время поток излучения ИК-диода к фототранзистору. В момент перекрытия луча фототранзистор запирается и напряжение коллектор — эмиттер повышается. Однако параллельно фототранзистору включен конденсатор большой емкости, для зарядки которого требуется значительное время. Так как время перекрытия светового луча одной заготовкой мало, конденсатор не успевает зарядиться полностью. Если на ленте происходит затор, поток перекрывается на длительное время.

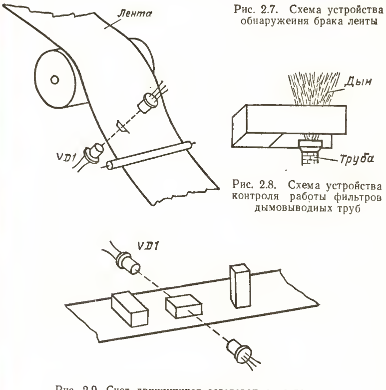


Рис. 2.7. Схема устройства обнаружения брака ленты

Рис. 2.8. Схема устройства контроля работы фильтров дымовыводных труб

Рис. 2.9. Счет движущихся заготовок на автоматическом конвейере

В этом случае конденсатор успевает зарядиться до потенциала, достаточного для того, чтобы включился стабилитрон $VD3$, сработали тиристор $VD4$ и реле $P1$, которое останавливает движение конвейера.

Устройство, схема которого показана на рис. 2.11, применяется в автомате считывания информации с документа или записи текста на бумагу и служит для точной установки листа бумаги в исходное место. Методика работы такой установки состоит в обнаружении края движущегося листа и остановке движения. Сигнал вырабатывается в момент появления края бумаги. При выходе края листа из зоны прямого от-

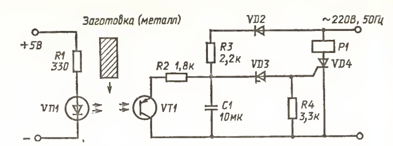


Рис. 2.10. Схема аварийной остановки конвейера

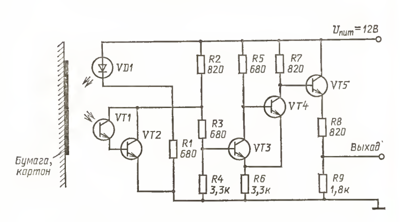


Рис 2.11. Схема обнаружения края листа бумаги

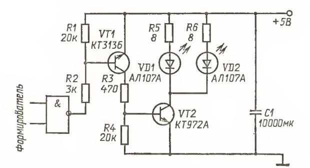


Рис. 2.12. Схема выходного узла передатчика ИК-излучения

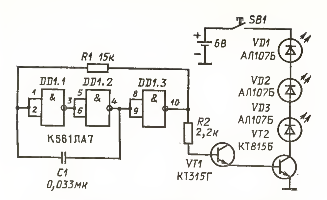


Рис. 2.13. Передатчик модулированного ИК-излучения

ражения лучей на окошко фотоприемника последний запирается и транзистор *VT3* переходит в состояние насыщения. Транзистор *VT4* запирается, *VT5* отпирается, и на резисторе *R9* выделяется выходной сигнал. Устройство срабатывает даже при медленном изменении входного сигнала, так как транзисторы *VT3* и *VT4* включены в схему триггера с эмиттерной связью, выполняющего функцию порогового элемента.

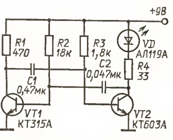


Рис. 2.14. Генератор ИК-излучения для фотореле

Примером применения ИК-диода в бытовой радиоаппаратуре может служить система дистанционного управления. Для передачи команд используется принцип импульсно-кодовой модуляции инфракрасного излучения. Устройство, формирующее импульсный код передачи, состоит из сенсорного коммутатора, тактового генератора, счетчика, формирователя и двухкаскадного импульсного усилителя, показанного на рис. 2.12, нагруженного ИК-диодами. В схеме использованы два диода типа АЛ107А для усиления общей излучающей мощности. В зависимости от выбранной команды они излучают посылки света, состоящие из 2—15 импульсов длительностью около 50 мкс. Дальность действия такого устройства до 10—15 м, угол действия соответствует углу направленности излучения выбранного диода.

Более простое устройство — переключатель телевизионных программ — показан на рис. 2.13. Он представляет собой передатчик модулированного ИК-излучения; фотоприемник, детектирующий ИК-сигнал, встроен в корпус телевизора. При включении кнопки *SB1* начинает работать генератор, собранный на микросхеме *DD1*. Частота генерируемых им импульсов зависит от значений *R1* и *C1* и при указанных на схеме номиналах равна примерно 1 кГц. Эти импульсы модулируют

ток, протекающий через транзисторы *VT1*, *VT2* и последовательную цепь из ИК-диодов *VD1*—*VD3*.

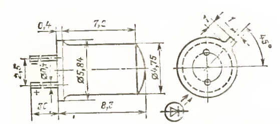
В результате излучаются ИК-сигналы частотой 1 кГц. С учетом того, что устройство — передатчик питается от малогабаритных элементов, оно монтируется в небольшом автономном корпусе и может переключать телевизор на расстоянии до 5 м.

Простая схема, показанная на рис. 2.14, служит генератором ИК-излучения в устройствах оптического реле, которое можно использовать в самых различных областях: в народном хозяйстве, при выполнении научных экспериментов, в быту, спортивной электронике. Оптореле может работать в режиме прерывания луча (в этом случае фотоприемник устанавливается напротив излучателя) и на отражение лучей, в режиме локатора (фотоприемник размещается рядом с излучателем). В первом случае реле срабатывает при прерывании луча (например, фотофиниш), во втором оно реагирует на приближение к нему какого-либо предмета или человека, что может служить датчиком, например, в охранной сигнализации.

2.2. ИЗЛУЧАЮЩИЕ ДИОДЫ ИК-ДИАПАЗОНА В МЕТАЛЛОСТЕКЛЯННЫХ КОРПУСАХ

АЛ106(А, Б, В, Г, Д)

Излучающие диоды ИК-диапазона арсенидогаллиевые мезадиффузионные. Выпускаются в металлостеклянном корпусе. Масса не более 0,5 г.

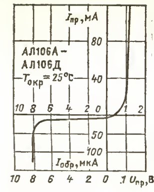


Электрические и излучательные параметры при $T_{окр}=25$ °С

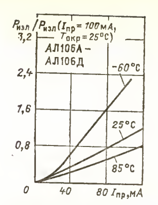
Мощность излучения при $I_{пр}=100$ мА, не менее.	
АЛ106А	0,2 мВт
АЛ106Б	0,4 мВт
АЛ106В	0,6 мВт
АЛ106Г	1,0 мВт
АЛ106Д	1,5 мВт
Постоянное прямое напряжение при $I_{пр}=100$ мА, не более	1,7 В
Максимум спектрального распределения излучения на длине волны	0,92—0,935 мкм

Предельные эксплуатационные данные

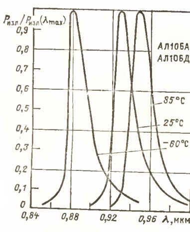
Постоянный прямой ток	100 мА
Диапазон рабочей температуры окружающей среды	−60÷+85 °С



Типовая вольт-амперная характеристика



Типовые зависимости мощности излучения (в относительных единицах) от прямого тока



Спектры излучения диодов при различных температурах окружающей среды

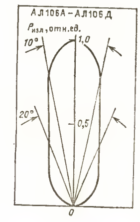
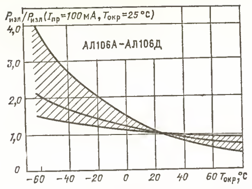


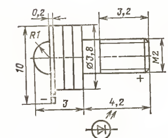
Диаграмма направленности излучения диодов

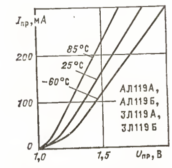


Зависимость мощности излучения (в относительных единицах) от температуры окружающей среды (указаны зона разброса и усредненная кривая)

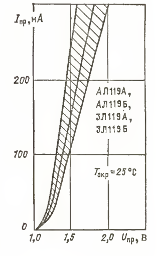
АЛ119(А, Б), ЗЛ119(А, Б)

Излучающие диоды ИК-диапазона арсенидогаллиевые мезаэпитаксиальные. Выпускаются в металлостеклянном корпусе. Масса не более 0,3 г.

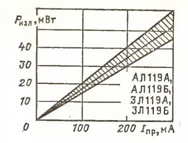




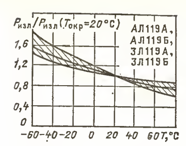
Типовые вольт-амперные характеристики при различных температурах окружающей среды



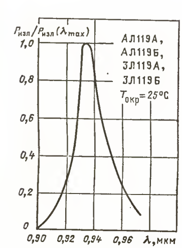
Вольт-амперная характеристика (показаны зона разброса и усредненная кривая)



Зависимость мощности излучения от прямого тока (показаны зона разброса и усредненная кривая)



Зависимость мощности излучения (в относительных единицах) от температуры окружающей среды (показаны зона разброса и усредненная кривая)



Спектр излучения диодов

Электрические и излучательные параметры при $T_{окр}=25\,°C$

Мощность излучения при $I_{пр}=300$ мА, не менее	40 мВт
Постоянное прямое напряжение при $I_{пр}=300$ мА, не более	3 В
Максимум спектрального распределения излучения на длине волны	0,93—0,96 мкм
Время нарастания импульса излучения, не более:	
АЛ119А, 3Л119А	1000 нс
АЛ119Б, 3Л119Б	350 нс
Время спада импульса излучения, не более	1500 нс

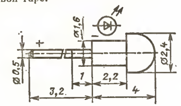
Предельные эксплуатационные данные

Постоянный прямой ток:	
при $T_{окр}=35\,°C$	300 мА
при $T_{окр}=85\,°C$	200 мА
Постоянное обратное напряжение	2 В
Диапазон рабочей температуры окружающей среды	−60 ÷ +85 °C

АЛ120(А, Б), ЗЛ120(А, Б)

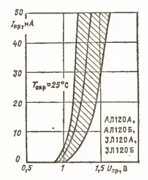
Излучающие диоды ИК-диапазона быстродействующие. Изготавливаются из планарно-эпитаксиальных структур на основе твердого раствора галлий — алюминий — мышьяк. Выпускаются в коаксиальном металлостеклянном корпусе. Масса не более 0,6 г.

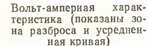
Маркировка на излучающий диод не наносится, тип прибора указывается на групповой таре.



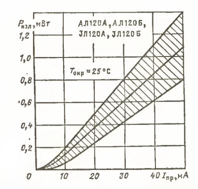
Электрические и излучательные параметры при $T_{окр}=25\,°C$

Мощность излучения при $I_{пр}=50$ мА, не менее:	
АЛ120А, ЗЛ120А	0,8 мВт
АЛ120Б, ЗЛ120Б	1,0 мВт
Постоянное прямое напряжение при $I_{пр}=50$ мА, не более	2 В
Максимум спектрального распределения излучения на длине волны	0,88 мкм
ширина спектра излучения по уровню 0,5	0,05 мкм
Время нарастания импульса излучения, не более:	
АЛ120А, ЗЛ120А	10 нс
АЛ120Б, ЗЛ120Б	20 нс
Время спада импульса излучения, не более:	
АЛ120А, ЗЛ120А	10 нс
АЛ120Б, ЗЛ120Б	20 нс

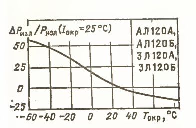




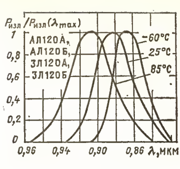
Вольт-амперная характеристика (показаны зона разброса и усредненная кривая)



Зависимость мощности излучения от прямого тока (показаны зона разброса и усредненная кривая)



Зависимость мощности излучения (в относительных единицах) от температуры окружающей среды



Спектры излучения диодов при различных температурах окружающей среды

Диаграмма направленности излучения

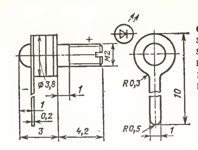
Предельные эксплуатационные данные

Постоянный прямой ток:

при $T_{окр} \leqslant 35$ °C	55 мА
при $T_{окр} = 85$ °C	50 мА
Прямой импульсный ток при $\tau_и = 40$ мкс, $I_{пр.ср} \leqslant 35$ мА, $T_{окр} = 85$ °C	200 мА
Обратное постоянное напряжение	1 В
Диапазон рабочей температуры окружающей среды	−60 ÷ +85 °C

АЛ123А, 3Л123А

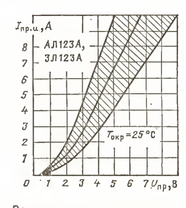
Излучающие диоды ИК-диапазона арсенидогаллиевые мезаэпитаксиальные. Выпускаются в металлостеклянном корпусе. Масса не более 0,3 г.

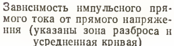


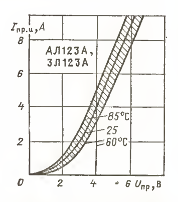
Маркировка на излучающий диод не наносится. Тип прибора указывается на групповой таре. При эксплуатации излучающих диодов в номинальном режиме необходимо использование радиаторов площадью не менее 20 см².

Электрические и излучательные параметры при $T_{окр}=25\ ^\circ C$

Мощность излучения импульсная:	
при $I_{пр.и}=1$ А, $\tau_и=20$ мкс, $Q=3$	80 мВт
при $I_{пр.и}=10$ А, $\tau_и=20$ мкс, $Q=250$	500 мВт
Постоянное прямое напряжение при $I_{пр}=300$ мА, не более	2 В
Максимум спектрального распределения излучения на длине волны	0,94 мкм
Ширина спектра излучения по уровню 0,5	0,03 мкм
Время нарастания импульса излучения при $I_{пр.и}=1$ А, не более	350 нс
Время спада импульса излучения при $I_{пр.и}=1$ А, не более	500 нс




Зависимость импульсного прямого тока от прямого напряжения (указаны зона разброса и усредненная кривая)



Типовые зависимости импульсного прямого тока от прямого напряжения при различной температуре окружающей среды

Предельные эксплуатационные данные

Постоянный прямой ток:

при $T_{окр} \leqslant 35$ °C	400 мА
при $T_{окр} = 85$ °C	300 мА

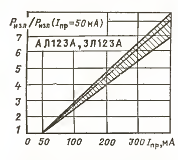
Прямой импульсный ток при $\tau_и = 20$ мкс, $Q = 250$:

при $T_{окр} \leqslant 35$ °C	10 А
при $T_{окр} = 85$ °C	7 А

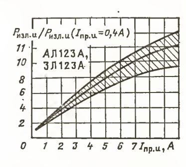
Постоянное обратное напряжение:

3Л123А	2 В
АЛ123А	Не допускается

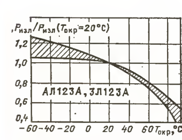
Диапазон рабочей температуры окружающей среды . —60÷+85° С



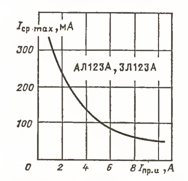
Зависимость мощности излучения (в относительных единицах) от прямого тока (показаны зона разброса и усредненная кривая)



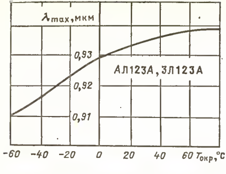
Зависимость мощности излучения (в относительных единицах) от импульсного прямого тока (показаны зона разброса и усредненная кривая)

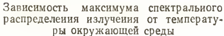


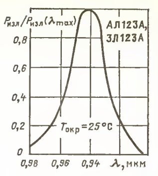
Зависимость мощности излучения (в относительных единицах) от температуры окружающей среды (показана зона разброса)



Зависимость среднего максимального тока от прямого импульсного тока



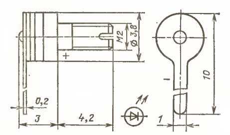

Зависимость максимума спектрального распределения излучения от температуры окружающей среды



Спектр излучения диодов

АЛ124А, 3Л124А

Излучающие диоды ИК-диапазона эпитаксиальные. Изготавливаются на основе твердого раствора галлий — алюминий — мышьяк. Выпускаются в металлостеклянном корпусе. Масса не более 0,3 г.



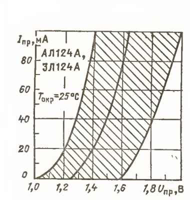
Маркировка на излучающий диод не наносится, тип прибора указывается на упаковке.

Электрические и излучательные параметры при $T_{окр}$=25 °C

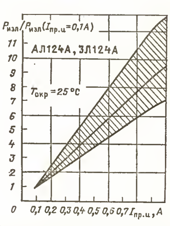
Мощность излучения при $I_{пр}$=100 мА, не менее	4 мВт
Постоянное прямое напряжение при $I_{пр}$=100 мА, не более	2 В
Максимум спектрального распределения излучения на длине волны	0,86 мкм
Ширина спектра излучения по уровню 0,5	0,04 мкм
Время нарастания импульса излучения, не более	20 нс
Время спада импульса излучения, не более	20 нс

Предельные эксплуатационные данные

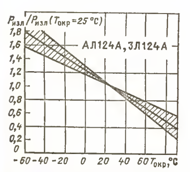
Постоянный прямой ток:
при $T_{окр} \leqslant 35$ °C . . . . 110 мА
при $T_{окр} = 85$ °C . . . . 70 мА
Прямой импульсный ток при $\tau_и = 15$ мкс, $I_{пр.ср} \leqslant 35$ мА:
при $T_{окр} \leqslant 35$ °C . . . . 1,0 А
при $T_{окр} = 85$ °C . . . . 0,7 А
Постоянное обратное напряжение . . . . 2 В
Диапазон рабочей температуры окружающей среды . −60÷+85 °C



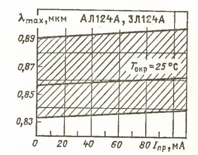
Вольт-амперная характеристика (показаны зона разброса и усредненная кривая)



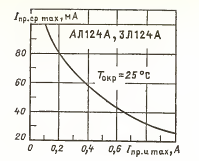
Зависимость мощности излучения (в относительных единицах) от прямого импульсного тока (показаны зона разброса и усредненная кривая)



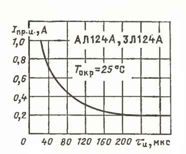
Зависимость мощности излучения (в относительных единицах) от температуры окружающей среды (показаны зона разброса и усредненная кривая)



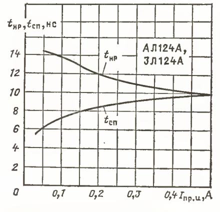
Зависимость максимума спектрального распределения излучения от прямого тока (показаны зона разброса и усредненная кривая)



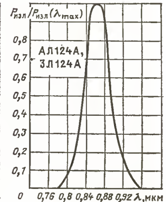
Зависимость максимального среднего прямого тока от максимальной амплитуды импульсного прямого тока



Зависимость амплитуды импульсного прямого тока от длительности импульса

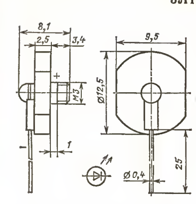


Зависимость времени нарастания и спада импульса от прямого импульсного тока



Спектр излучения диодов

3Л130А



Излучающие диоды ИК-диапазона мезаэпитаксиальные, на основе твердого раствора галлий — кремний — мышьяк.

Мощные, непрерывного излучения. Выпускаются в металлокерамическом корпусе. Масса не более 3 г.

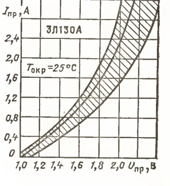
При работе в номинальном режиме необходимо крепление прибора на медный теплоотвод с площадью поверхности не менее 100 см².

Электрические и излучательные параметры при $T_{окр}=25\,°C$

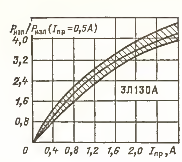
Мощность излучения, не менее:	
при $I_{пр}=3$ А	350 мВт
при $I_{пр}=2$ А	200 мВт
Постоянное прямое напряжение при $I_{пр}=3$ А, не более	3 В
Максимум спектрального распределения излучения на длине волны	0,95 мкм
Ширина спектра излучения по уровню 0,5	0,04 мкм
Время нарастания и спада импульса излучения при $I_{пр}=3$ А, не более	1,5 мкс

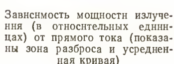
Предельные эксплуатационные данные

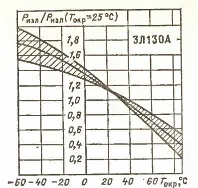
Постоянный прямой ток:	
при $T_{окр}\leqslant35\,°C$	3 А
при $T_{окр}=85\,°C$	1 А
Постоянное обратное напряжение	1 В
Диапазон рабочей температуры окружающей среды	$-60\div+85\,°C$
Температура корпуса прибора при $T_{окр}=85\,°C$, не более	110 °C



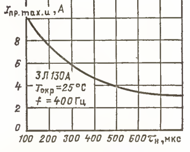
Вольт-амперная характеристика (показаны зона разброса и усредненная кривая)



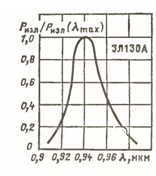

Зависимость мощности излучения (в относительных единицах) от прямого тока (показаны зона разброса и усредненная кривая)



Зависимость мощности излучения (в относительных единицах) от температуры окружающей среды (показаны зона разброса и усредненная кривая)



Зависимость максимального импульсного прямого тока от длительности импульса

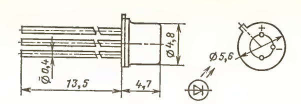


Спектр излучения диодов

3Л136А, АЛ137А, 3Л137А, 3Л138А

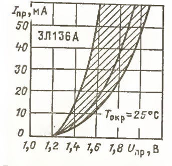
Излучающие диоды ИК-диапазона, изготавливаются на основе твердых растворов галлий — алюминий — мышьяк по эпитаксиальной технологии. Выпускаются в металлостеклянном корпусе. Масса не более 0,5 г.

Типы диодов маркируются цветными точками: 3Л136А — одной красной, АЛ137А — одной белой, 3Л137А — одной черной, 3Л138А — двумя черными.

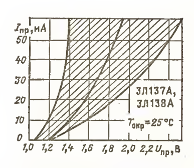


Электрические и излучательные параметры при $T_{окр}=25$ °С

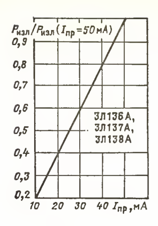
Мощность излучения при $I_{пр}=50$ мА, не менее:	
3Л136А	0,6 мВт
АЛ137А	0,22 мВт
3Л137А	0,5 мВт
3Л138А	0,4 мВт
Постоянное прямое напряжение при $I_{пр}=50$ мА, не более:	
3Л136А	2 В
АЛ137А	3 В
3Л137А, 3Л138А	2,4 В
Максимум спектрального распределения излучения на длине волны	0,81 мкм
Ширина спектра излучения по уровню 0,5	0,05 мкм
Время нарастания импульса излучения при $I_{пр}=50$ мА, не более:	
3Л136А	14 нс
АЛ137А, 3Л137А	7 нс
3Л138А	5 нс
Время спада импульса излучения при $I_{пр}=50$ мА, не более:	
3Л136А	14 нс
АЛ137А, 3Л137А	7 нс
3Л138А	5 нс
Время задержки импульса излучения при включении и выключении при $I_{пр}=50$ мА, не более	8 нс



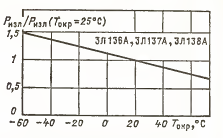
Вольт-амперная характеристика (показаны зона разброса и усредненная кривая)



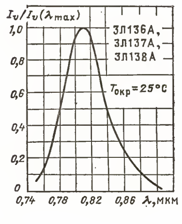
Вольт-амперная характеристика (показаны зона разброса и усредненная кривая)



Зависимость мощности излучения (в относительных единицах) от прямого тока

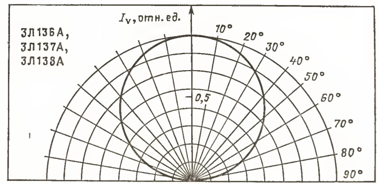


Зависимость мощности излучения (в относительных единицах) от температуры окружающей среды



Спектр излучения диодов

Диаграмма направленности излучения



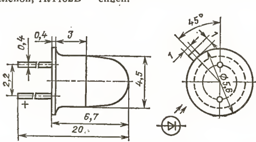
Предельные эксплуатационные данные

Постоянный или средний прямой ток:	
при $T_{окр} \leqslant 35$ °C	60 мА
при $T_{окр} = 70$ °C	30 мА
Импульсный прямой ток при $\tau_и = 20$ мс:	
при $T_{окр} \leqslant 35$ °C	80 мА
при $T_{окр} = 70$ °C	50 мА
Постоянное обратное напряжение	5 В
Диапазон рабочей температуры окружающей среды	$-60 \div +70°$ С

АЛ402(А, Б, В)

Излучающие диоды ИК-диапазона импульсные. Изготавливаются на основе гетероструктур галлий — алюминий — мышьяк методом жидкофазной эпитаксии. Выпускаются в металлостеклянном корпусе с линзой из прозрачного компаунда. Масса не более 0,5 г.

Маркируются цветными точками на корпусе: АЛ402А — красной, АЛ402Б — зеленой, АЛ402В — синей.

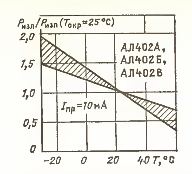


Электрические и излучательные параметры при $T_{окр} = 25$ °C

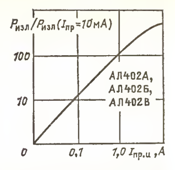
Мощность излучения при $I_{пр} = 10$ мА, не менее:	
АЛ402А	0,05 мВт
АЛ402Б	0,025 мВт
АЛ402В	0,015 мВт
Импульсная мощность излучения при $I_{пр} = 3$ А, $\tau_и = 50$ нс, не менее:	
АЛ402А	10 мВт
АЛ402Б	5 мВт
АЛ402В	3 мВт
Максимум спектрального распределения излучения на длине волны	0,69—0,7 мкм
Ширина спектра излучения по уровню 0,5	0,025 мкм
Время нарастания импульса излучения, не более	25 нс
Время спада импульса излучения, не более	45 нс

Предельные эксплуатационные данные

Постоянный прямой ток	12 мА
Импульсный прямой ток при $\tau_и = 50$ нс, $Q = 2000$	3,1 А
Диапазон рабочей температуры окружающей среды	$-30 \div +55$ °C



Завнснмость мощности излучения (в относительных едницах) от температуры окружающей среды



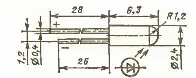
Завнснмость мощности излучения (в относнтельных еднницах) от прямого нмпульсного тока

2.3. ИЗЛУЧАЮЩИЕ ДИОДЫ ИК-ДИАПАЗОНА В ПЛАСТМАССОВЫХ КОРПУСАХ

АЛ107(А, Б), 3Л107(А, Б)

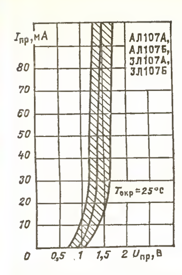
Излучающне дноды ИК-днапазона арсенндогаллиевые мезаэпитаксиальные. Выпускаются в пластмассовом корпусе. Масса не более 0,2 г.

Маркнруются цветными ободками на корпусе: 3Л107А — одннм, 3Л107Б — двумя; АЛ107А, АЛ107Б не маркнруются, тнп прнбора указывается на групповой таре. Определенне выводов: анодный вывод длиннее; у 3Л107А, 3Л107Б со стороны анодного вывода наносится цветная точка на корпусе.

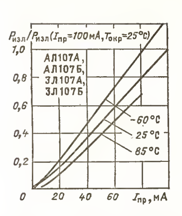


Электрические и излучательные параметры при $T_{окр}=25$ °С

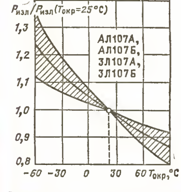
Мощность нзлучення при $I_{пр}=100$ мА, не менее:
АЛ107А, 3Л107А . . . . 6 мВт
АЛ107Б, 3Л107Б . . . . 10 мВт
Постоянное прямое напряжение при $I_{пр}=100$ мА, не более . . . . 2 В
Макснмум спектрального распределения нзлучення на длине волны . . . . 0,94—0,96 мкм
Ширина спектра излучения по уровню 0,5 . . . . . 0,03 мкм



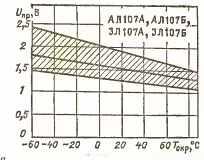
Вольт-амперная характеристика (показаны зона разброса и усредненная кривая)



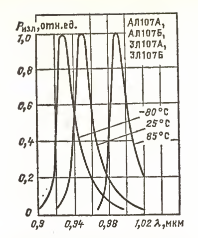
Типовые зависимости мощности излучения (в относительных единицах) от прямого тока при различной температуре окружающей среды



Зависимость мощности излучения (в относительных единицах) от температуры окружающей среды (показаны зона разброса и усредненная кривая)



Зависимость прямого напряжения на диоде от температуры окружающей среды (показаны зона разброса и усредненная кривая)



Спектры излучения диодов при различной температуре окружающей среды

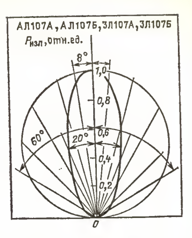


Диаграмма направленности излучения

Предельные эксплуатационные данные

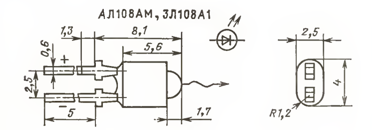
Постоянный прямой ток:
- при $T_{окр} = -60 \div +35$ °С . . . . 100 мА
- при $T_{окр} = 85$ °С . . . . 80 мА

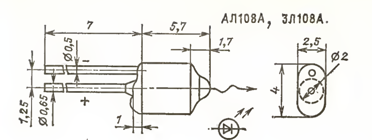
Постоянное обратное напряжение во всем диапазоне рабочей температуры для 3Л107А, 3Л107Б . . . . 6 В

Диапазон рабочей температуры окружающей среды:
- АЛ107А, АЛ107Б . . . . —60÷+85 °С
- 3Л107А, 3Л107Б . . . . —60÷+85 °С

АЛ108(А, АМ), 3Л108(А, А1)

Излучающие диоды ИК-диапазона арсенидогаллиевые (АЛ108А, 3Л108А) и на основе структур галлий — алюминий — мышьяк (АЛ108АМ, 3Л108А1). Изготавливаются по эпитаксиальной технологии. Выпускаются в пластмассовых корпусах. Масса не более 0,15 г.



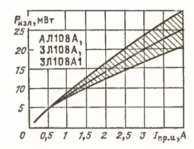


Маркируются цветными точками на корпусе: АЛ108А—одной красной, ЗЛ108А — одной белой. Выводы: анодный — жесткий, катодный — гибкий.

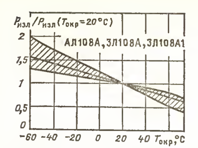
Электрические и излучательные параметры при $T_{окр} = 25\ °C$

Мощность излучения при $I_{пр} = 100$ мА, не менее:	
АЛ108А, ЗЛ108А	1,5 мВт
АЛ108АМ, ЗЛ108А1	2 мВт
Постоянное прямое напряжение при $I_{пр} = 100$ мА, не более:	
АЛ108А, ЗЛ108А	1,35 В
АЛ108АМ, ЗЛ108А1	1,6 В
Максимум спектрального распределения излучения на длине волны	0,94 мкм
Ширина спектра излучения по уровню 0,5	0,05 мкм
Время нарастания импульса излучения, не более	2,4 мкс
Время спада импульса излучения, не более	2 мкс

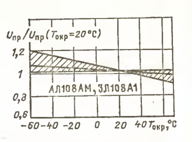
Вольт-амперные характеристики (показаны зоны разброса и усредненные кривые)



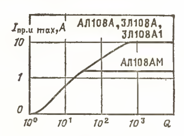
Зависимость мощности излучения от прямого импульсного тока (показаны зона разброса и усредненная кривая)



Зависимость мощности излучения (в относительных единицах) от температуры окружающей среды (показаны зона разброса и усредненная кривая)

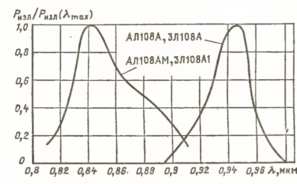


Зависимость прямого напряжения (в относительных единицах) от температуры окружающей среды (показаны зона разброса и усредненная кривая)



Зависимость максимального прямого импульсного тока от скважности

Спектры излучения диодов



Предельные эксплуатационные данные

Постоянный прямой ток	110 мА
Прямой импульсный ток при $\tau_и = 20$ мкс:	
АЛ108А, 3Л108А, 3Л108А1 при $Q=200$ . . .	10 А
АЛ108АМ при $Q=60$	2 А
Постоянное обратное напряжение	2 В
Диапазон рабочей температуры окружающей среды .	−60÷+85 °С

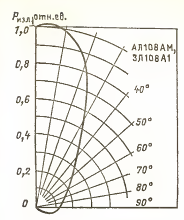


Диаграмма направленности излучения

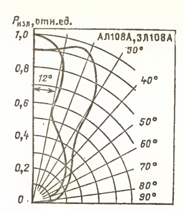
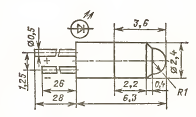


Диаграмма направленности излучения

АЛ115А, 3Л115А

Излучающие диоды ИК-диапазона арсенидогаллиевые мезаэпитаксиальные. Выпускаются в пластмассовом корпусе. Масса не более 0,2 г.

Маркируются 3Л115А — одной белой точкой на корпусе; АЛ115А не маркируются; тип прибора указывается на групповой таре.

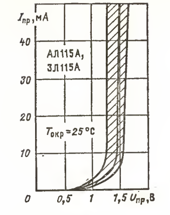


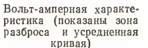
Электрические и излучательные параметры при $T_{окр}=25$ °С

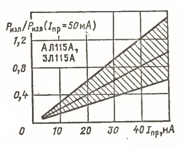
Мощность излучения при $I_{пр}=50$ мА, не менее	10 мВт
Постоянное прямое напряжение при $I_{пр}=50$ мА, не более	2 В
Максимум спектрального распределения излучения на длине волны	0,9—1,0 мкм
Ширина спектра излучения на уровне 0,5	0,05 мкм
Время нарастания импульса излучения, не более	1 мкс
Время спада импульса излучения, не более	0,6 мкс

Предельные эксплуатационные данные

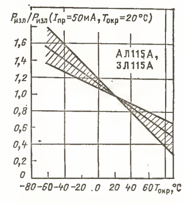
Постоянный прямой ток	50 мА
Постоянное обратное напряжение	4 В
Диапазон рабочей температуры окружающей среды:	
АЛ115А	—40÷+85 °С
3Л115А	—60÷+85 °С



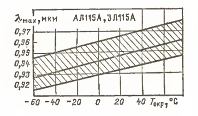

Вольт-амперная характеристика (показаны зона разброса и усредненная кривая)



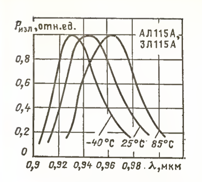
Зависимость мощности излучения (в относительных единицах) от прямого тока (показаны зона разброса и усредненная кривая)



Зависимость мощности излучения (в относительных единицах) от температуры окружающей среды (показаны зона разброса и усредненная кривая)



Зависимость максимума спектрального распределения излучения от температуры окружающей среды (показаны зона разброса и усредненная кривая)



Спектры излучения диодов при различной температуре окружающей среды

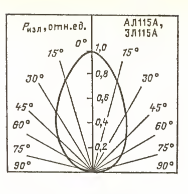


Диаграмма направленности излучения

АЛ118А, 3Л118А

Излучающие диоды ИК-диапазона импульсные арсенидогаллиевые мезаэпитаксиальные. Выпускаются в пластмассовом корпусе. Масса не более 0,2 г.

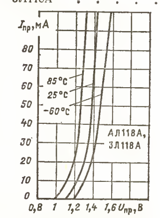
Диоды 3Л118А маркируются черным ободком на корпусе. Черная точка на корпусе ставится со стороны анодного вывода.

Электрические и излучательные параметры при $T_{окр}=25$ °С

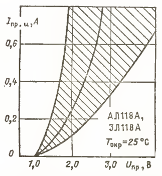
Мощность излучения при $I_{пр}=50$ мА, не менее	2 мВт
Импульсная мощность излучения при $I_{пр}=500$ мА, $\tau_и=50$ мкс, не менее	10 мВт
Постоянное прямое напряжение при $I_{пр}=50$ мА, не более	1,7 В
Максимум спектрального распределения излучения на длине волны	0,82—0,91 мкм
Ширина спектра излучения по уровню 0,5	0,04 мкм
Время нарастания импульса излучения, не более	100 нс
Время спада импульса излучения, не более	150 нс

Предельные эксплуатационные данные

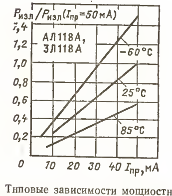
Постоянный прямой ток . . . . 50 мА
Импульсный прямой ток при $\tau_и$=50 мкс, Q=20:
при $T_{окр} \leqslant 35$ °С . . . . 500 мА
при $T_{окр} \leqslant 85$ °С . . . . 350 мА
Постоянное обратное напряжение . . . . . . 2 В
Диапазон рабочей температуры окружающей среды:
АЛ118А . . . . −40÷+85 °С
3Л118А . . . . −60÷+85 °С



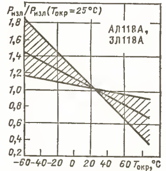
Типовые вольт-амперные характеристики при различной температуре окружающей среды



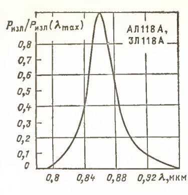
Вольт-амперная характеристика для импульсного режима (показаны зона разброса и усредненная кривая)



Типовые зависимости мощности излучения (в относительных единицах) от прямого тока при различной температуре окружающей среды



Зависимость мощности излучения (в относительных единицах) от температуры окружающей среды (показаны зона разброса и усредненная кривая)



Спектр излучения диодов

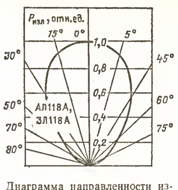
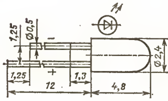


Диаграмма направленности излучения

ЗЛ129А

Излучающие диоды ИК-диапазона планарно-эпитаксиальные. Изготавливаются на основе твердого раствора арсенида галлия—арсенида алюминия. Выпускаются в пластмассовом корпусе. Масса не более 0,2 г.

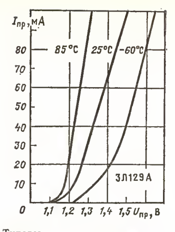


Электрические и излучательные параметры при $T_{окр}=25$ °С

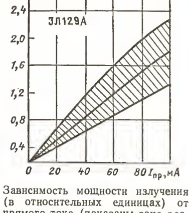
Мощность излучения при $I_{пр}=50$ мА, не менее	1,3 мВт
Мощность излучения при $I_{пр}=200$ мА, не менее	5 мВт
Постоянное прямое напряжение при $I_{пр}=50$ мА, не более	2 В
Максимум спектрального распределения излучения на длине волны	0,87 мкм
Ширина спектра излучения по уровню 0,5	0,05 мкм
Время нарастания и спада импульса излучения при $I_{пр.и}=200$ мА, не более	10 нс

Предельные эксплуатационные данные

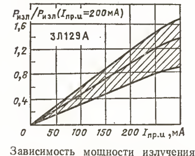
Постоянный прямой ток:	
при $T_{окр}\leqslant35$ °С	100 мА
при $T_{окр}=85$ °С	50 мА
Прямой импульсный ток при $\tau_и=35$ мкс, $Q=4$:	
при $T_{окр}\geqslant35$ °С	250 мА
при $T_{окр}=85$ °С	200 мА
Постоянное обратное напряжение	1 В
Диапазон рабочей температуры окружающей среды	−60÷+85 °С



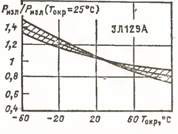
Типовые вольт-амперные характеристики при различной температуре окружающей среды



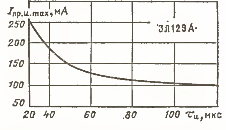
Зависимость мощности излучения (в относительных единицах) от прямого тока (показаны зона разброса и усредненная кривая)



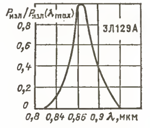
Зависимость мощности излучения (в относительных единицах) от прямого импульсного тока (показаны зона разброса и усредненная кривая)



Зависимость мощности излучения от температуры окружающей среды (показаны зона разброса и усредненная кривая)



Зависимость максимального импульсного прямого тока от длительности импульса



Спектр излучения диодов

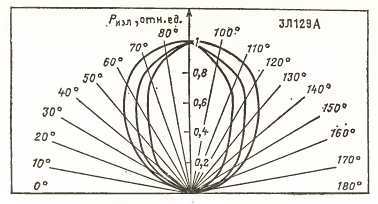
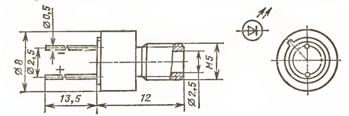


Диаграмма направленности излучения

2.4. ИЗЛУЧАЮЩИЕ ДИОДЫ ИК-ДИАПАЗОНА ДЛЯ ОПТИЧЕСКИХ ЛИНИЙ

АЛ132А, 3Л132А

Излучающие диоды ИК-диапазона. Изготавливаются из эпитаксиальных структур на основе фосфида индия или твердого раствора галлий — индий — фосфор — мышьяк. Выпускаются в металлическом корпусе с оптическим разъемом, обеспечивающим соединение с оптической линией связи. Масса не более 5 г.



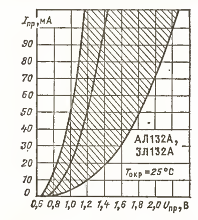
Электрические и излучательные параметры при $T_{окр}$=25 °С

Мощность излучения при $I_{пр}$=50 мА, не менее . . .	10 мкВт
Постоянное прямое напряжение при $I_{пр}$=50 мА, не более	2 В
Максимум спектрального распределения излучения на длине волны	1,26 мкм
Ширина спектра излучения по уровню 0,5	0,08 мкм
Время нарастания импульса излучения при $I_{пр.и}$=100 мА, не более	20 нс
Время спада импульса излучения при $I_{пр.и}$=100 мА, не более	20 нс

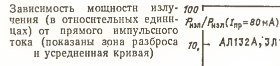
Примечание. Мощность излучения измеряется на выходе световодного волокна длиной до 1 м, диаметром сердечника 0,2 мм, с затуханием до 50 дБ/км.

Предельные эксплуатационные данные

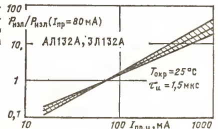
Постоянный прямой ток:
при $T_{окр} \leqslant 35$ °C . . . . 50 мА
при $T_{окр} = 85$ °C . . . . 20 мА
Прямой импульсный ток при $\tau_и = 15$ мкс, $I_{ср} \leqslant 10$ мА:
при $T_{окр} \leqslant 35$ °C . . . . 1 А
при $T_{окр} = 85$ °C . . . . 0,4 А
Обратное постоянное напряжение . . . . 1 В
Диапазон рабочей температуры окружающей среды . —60÷+85 °C

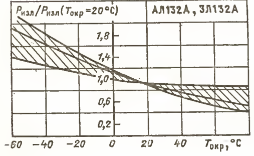


Вольт-амперная характеристика (показаны зона разброса и усредненная кривая)



Зависимость мощности излучения (в относительных единицах) от прямого импульсного тока (показаны зона разброса и усредненная кривая)



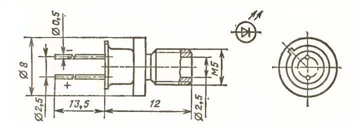


Зависимость мощности излучения (в относительных единицах) от температуры окружающей среды (показаны зона разброса и усредненная кривая)

3Л135А

Излучающие диоды ИК-диапазона. Изготавливаются на основе планарно-эпитаксиальных структур галлий—алюминий—мышьяк. Выпускаются в металлическом корпусе с оптическим разъемом, обеспечивающим соединение с оптической линией связи без дополнительной юстировки. Масса не более 5 г.

Диоды не маркируются. Тип диода указывается на групповой таре.



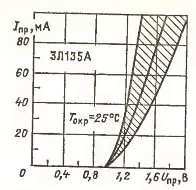
Электрические и излучательные параметры при $T_{окр}=25\,°C$

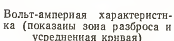
Мощность излучения при $I_{пр}=100$ мА, не менее . .	150 мкВт
Постоянное прямое напряжение при $I_{пр}=100$ мА, не более	2 В
Максимум спектрального распределения на длине волны	0,82—0,9 мкм
Ширина спектра излучения по уровню 0,5	0,05 мкм
Время нарастания импульса излучения при $I_{пр}=100$ мА, не более	20 нс
Время спада импульса излучения при $I_{пр}=100$ мА, не более	20 нс

Примечание. Мощность излучения измеряется на выходе световодного 10-метрового отрезка кварц-полимерного световодного волокна с диаметром сердечника 0,2 мм и числовой апертурой от 0,27 до 0,3. Световодное волокно вводится во втулку присоединительного конца корпуса, имеющего резьбу М5, и закрепляется с помощью накидной гайки оптического наконечника.

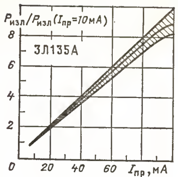
Предельные эксплуатационные данные

Постоянный прямой ток:	
при $T_{окр}\leqslant35\,°C$	100 мА
при $T_{окр}=85\,°C$	20 мА
Прямой импульсный ток при $\tau_и=100$ мкс, $Q\geqslant5$:	
при $T_{окр}\leqslant35\,°C$	500 мА
при $T_{окр}=85\,°C$	100 мА
Обратное постоянное напряжение	2 В
Диапазон рабочей температуры окружающей среды .	−60÷+85 °C

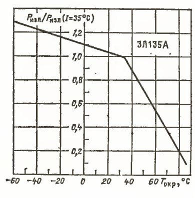




Вольт-амперная характеристика (показаны зона разброса и усредненная кривая)



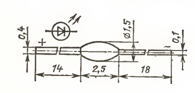
Зависимость мощности излучения (в относительных единицах) от прямого тока (показаны зона разброса и усредненная кривая)



Зависимость мощности излучения (в относительных единицах) от температуры

2.5. БЕСКОРПУСНЫЕ ИЗЛУЧАЮЩИЕ ДИОДЫ ИК-ДИАПАЗОНА

АЛ103(А, Б), 3Л103(А, Б)



Излучающие диоды ИК-диапазона арсенидогаллиевые эпитаксиальные бескорпусные. Масса не более 0,1 г.

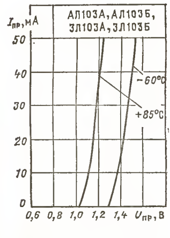
Приборы не маркируются. Тип указывается на вкладыше к групповой упаковке.

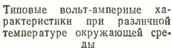
Электрические и излучательные параметры при $T_{окр}=25$ °С

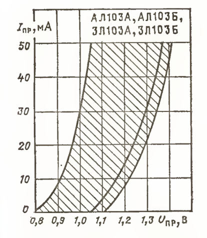
Мощность излучения при $I_{пр}=50$ мА, не менее:	
АЛ103А, 3Л103А	1 мВт
АЛ103Б, 3Л103Б	0,6 мВт
Постоянное прямое напряжение при $I_{пр}=50$ мА, не более	1,6 В
Максимум спектрального распределения излучения на длине волны	0,95 мкм
Ширина спектра излучения на уровне 0,5	0,05 мкм
Время нарастания импульса излучения, не более	300 нс
Время спада импульса излучения, не более:	
АЛ103А, АЛ103Б	500 нс
3Л103А, 3Л103Б	800 нс

Предельные эксплуатационные данные

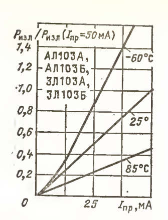
Постоянный прямой ток:	
АЛ103А, АЛ103Б	52 мА
3Л103А, 3Л103Б	50 мА
Постоянное обратное напряжение АЛ103А, АЛ103Б	2 В
Диапазон рабочей температуры окружающей среды:	
АЛ103А, АЛ103Б	−40÷+85 °С
3Л103А, 3Л103Б	−60÷+85 °С



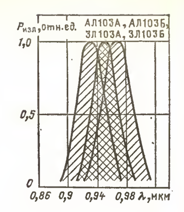

Типовые вольт-амперные характеристики при различной температуре окружающей среды



Вольт-амперная характеристика (показаны зона разброса и усредненная кривая)



Типовые зависимости мощности излучения (в относительных единицах) от прямого тока при различной температуре окружающей среды

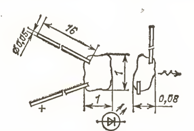


Спектры излучения диодов (показаны крайние спектры разброса и типовой спектр — в середине)

АЛ109(А, А-1)

Излучающие диоды ИК-диапазона арсенидогаллиевые эпитаксиальные бескорпусные. Масса не более 0,006 г.

Поставляются в индивидуальной таре-спутнике, которая маркируется одной зеленой точкой.



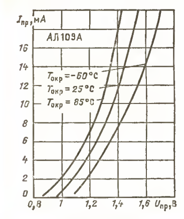
Электрические и излучательные параметры при $T_{окр}=25\,°C$

Мощность излучения при $I_{пр}=20$ мА, не менее:	
АЛ109А	0,2 мВт
АЛ109А-1	0,4 мВт
Постоянное прямое напряжение при $I_{пр}=20$ мА, не более:	
АЛ109А	1,2 В
АЛ109А-1	1,7 В
Максимум спектрального распределения излучения на длине волны	0,94 мкм
Ширина спектра излучения по уровню 0,5	0,04 мкм

Предельные эксплуатационные данные

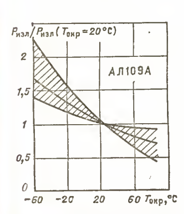
Постоянный прямой ток во всем диапазоне рабочей температуры . . . . 22 мА

Диапазон рабочей температуры окружающей среды . —60÷+85 °С

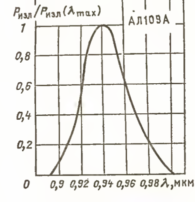


Типовые вольт-амперные характеристики при различной температуре окружающей среды

Зависимость мощности излучения от прямого тока (показаны зона разброса и усредненная кривая)



Зависимость мощности излучения (в относительных единицах) от температуры окружающей среды (показаны зона разброса и усредненная кривая)



Спектр излучения диодов

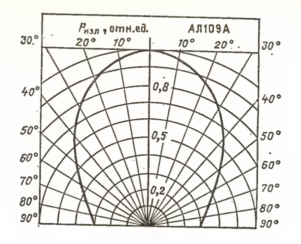


Диаграмма направленности излучения

АЛС126А-5

Излучающие диоды ИК-диапазона. Изготавливаются на основе гетероэпитаксиальных структур галлий—алюминий—мышьяк, бескорпусные. Масса не более 2 г. Поставляются в индивидуальной таре.

Предназначены для применения (в виде решетки диодов) в качестве источников оптической накачки твердотельных лазеров.

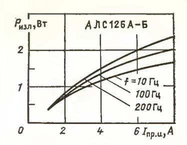
Электрические и излучательные параметры при $T_{окр}=25$ °С

Мощность излучения при $I_{пр.и}=6$ А, не менее	1,4 Вт
Прямое напряжение при $I_{пр.и}=6$ А, $\tau_и=1$ мс, $f=10$ Гц, не более	28 В
Максимум спектрального распределения излучения на длине волны	0,8—0,81 мкм

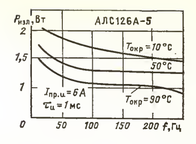
Предельные эксплуатационные данные

Постоянный или средний прямой ток	2,5 А
Прямой импульсный ток при $\tau_и=1$ мс, $I_{пр.ср}=2,5$ А	7 А
Средняя мощность рассеяния	65 Вт
Постоянное обратное напряжение	60 В
Диапазон рабочей температуры окружающей среды	$-60 \div +70$ °С

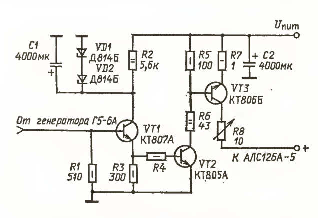
Примечание. Излучающие диоды в аппаратуре устанавливают на теплопроводящей поверхности. Допускается эксплуатация излучающих диодов без теплоотвода в предельном режиме при $I_{пр.и}=6$ А, $\tau=1$ мс, $f=10$ Гц.



Зависимость мощности излучения от импульсного прямого тока при различной частоте и температуре радиатора 10 °С

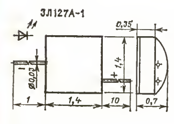


Зависимость мощности излучения от частоты импульсного прямого тока при различной температуре радиатора



Принципиальная схема усилителя мощности для питания излучающего диода

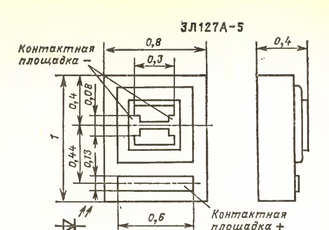
ЗЛ127(А-1, А-5)



Излучающие диоды ИК-диапазона мезапланарные, бескорпусные. Изготавливаются на основе твердого раствора галлий—алюминий—мышьяк. Масса не более 0,01 г.

Приборы имеют защитное покрытие из компаунда, поставляются в групповой таре-спутнике.

3Л127А-5

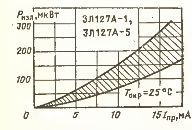


Электрические и излучательные параметры при $T_{окр}=25\,°C$

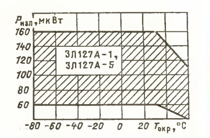
Мощность излучения при $I_{пр}=10$ мА, не менее . . .	0,06 мВт
Постоянное прямое напряжение при $I_{пр}=10$ мА, не более	2 В
Максимум спектрального распределения излучения на длине волны	0,75 мкм

Предельные эксплуатационные данные

Постоянный прямой ток	15 мА
Прямой импульсный ток при $\tau_и=10$ мкс, $Q=20$ . .	100 мА
Постоянное обратное напряжение	4 В
Диапазон рабочей температуры окружающей среды .	$-60 \div +85$ °C



Зависимость мощности излучения от прямого тока (показана зона разброса)

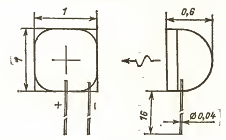


Зависимость мощности излучения от температуры окружающей среды (показана зона разброса)

3Л128А-1

Излучающие диоды ИК-диапазона эпитаксиальные, бескорпусные. Изготавливаются на основе твердого раствора галлий—алюминий—мышьяк. Масса не более 0,0016 г.

Приборы имеют защитное покрытие из эпоксидной смолы.

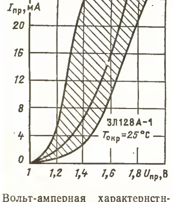


Электрические и излучательные параметры при $T_{окр}=25\,°C$

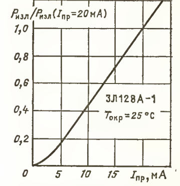
Мощность излучения при $I_{пр}=20$ мА, не менее	1,0 мВт
Постоянное прямое напряжение при $I_{пр}=20$ мА, не более	1,8 В
Максимум спектрального распределения излучения на длине волны	0,86 мкм
Ширина спектра излучения по уровню 0,5	0,05 мкм
Время нарастания и спада импульса излучения, не более	40 нс

Предельные эксплуатационные данные

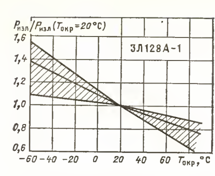
Постоянный прямой ток	25 мА
Постоянное обратное напряжение	2 В
Диапазон рабочей температуры окружающей среды	—60÷+85 °C



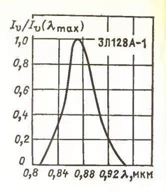
Вольт-амперная характеристика (показаны зона разброса и усредненная кривая)



Зависимость мощности излучения (в относительных единицах) от прямого тока



Зависимость мощности излучения (в относительных единицах) от температуры окружающей среды (показаны зона разброса и усредненная кривая)



Спектр излучения диодов

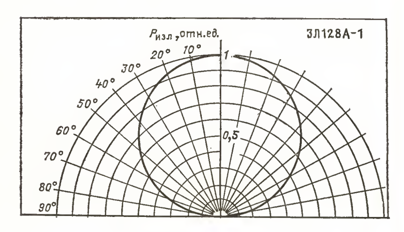
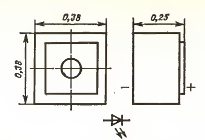


Диаграмма направленности излучения

АЛ136А-5, 3Л136А-5

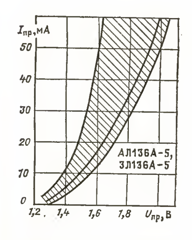
Излучающие диоды ИК-диапазона. Изготавливаются на основе гетероструктур галлий—алюминий—мышьяк по эпитаксиальной технологии, бескорпусные. Выпускаются в виде кристаллов с контактными площадками. Масса не более 0,03 г.

Диоды не маркируются. Типы прибора указываются на этикетке.

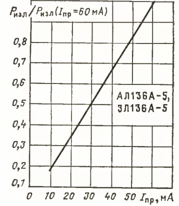


Электрические и излучающие параметры при $T_{окр}=25\,°C$

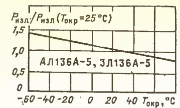
Мощность излучения при $I_{пр}=50$ мА, не менее . . .	0,6 мВт
Постоянное прямое напряжение при $I_{пр}=50$ мА, не более:	
АЛ136А-5	1,9 В
3Л136А-5	2 В
Максимум спектрального распределения излучения на длине волны	0,82 мкм
Ширина спектра излучения по уровню 0,5	0,04 мкм
Время нарастания импульса излучения при $I_{пр.и}=50$ мА, не более	14 нс
Время спада импульса излучения при $I_{пр}=50$ мА, не более	14 нс
Время задержки при включении или выключении при $I_{пр.и}=50$ мА, не более	8 нс



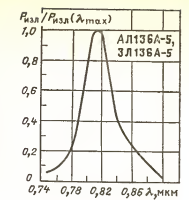
Вольт-амперная характеристика (показаны зона разброса и усредненная кривая)



Зависимость мощности излучения (в относительных единицах) от прямого тока



Зависимость мощности излучения (в относительных единицах) от температуры окружающей среды



Спектр излучения диодов

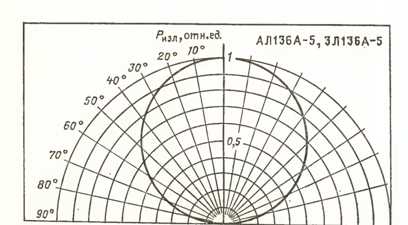


Диаграмма направленности излучения

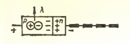
Предельные эксплуатационные данные

Постоянный или средний прямой ток:
- при $T_{окр} \leqslant 35$ °C . . . . 60 мА
- при $T_{окр} = 70$ °C . . . . 30 мА

Прямой импульсный ток при $\tau_и \leqslant 20$ мс:
- при $T_{окр} \leqslant 35$ °C . . . . 80 мА
- при $T_{окр} = 70$ °C . . . . 40 мА

Средняя мощность рассеяния:
- при $T_{окр} \leqslant 35$ °C . . . . 120 мВт
- при $T_{окр} = 70$ °C . . . . 60 мВт

Постоянное обратное напряжение . . . . 5 В
Диапазон рабочей температуры окружающей среды . −60÷+70 °C



Раздел 3
ШКАЛЬНЫЕ ИНДИКАТОРЫ НА ОСНОВЕ СВЕТОИЗЛУЧАЮЩИХ ДИОДОВ

3.1. УСТРОЙСТВО, ПАРАМЕТРЫ, ПРИМЕНЕНИЕ

Шкальный индикатор (линейная шкала) на основе светоизлучающих диодов представляет собой микросхему, состоящую из последовательно размещенных диодных структур (сегментов) и необходимых электрических соединений.

Линейные шкалы изготавливаются на основе тех же полупроводниковых материалов, что и светоизлучающие диоды. Шкалы на основе фосфида галлия позволяют получить цвет свечения от красного до зеленого. Для шкал красного цвета свечения используются структуры на основе твердых растворов галлий—мышьяк—фосфор и галлий—мышьяк—алюминий.

Основным параметром линейной шкалы является сила света I_v — световой поток, излучаемый одним сегментом шкалы, приходящийся на единицу телесного угла, в направлении, перпендикулярном плоскости излучения сегмента. Измеряется при заданном значении прямого тока через сегмент. Параметры токовые, напряжения, спектрального распределения совпадают с приведенными для светоизлучающих диодов.

Специфичным для линейных шкал параметром является относительный разброс силы света между излучающими сегментами одной шкалы, который определяется отношением $I_{v\max}/I_{v\min}$, где $I_{v\max}$ — сила света самого яркого сегмента при номинальном прямом токе; $I_{v\min}$ — сила света самого тусклого сегмента. При определении относительного разброса силы света для 100-элементной шкалы светящиеся элементы с самыми крайними значениями силы света не учитываются.

Важнейшей характеристикой линейных шкал является зависимость силы света от прямого тока: $I_v=f(I_{пр})$, которая приводится для всех серийно выпускаемых приборов. Вольт-амперные характеристики, температурные зависимости параметров, диаграммы направленности свечения и возможности получения различных цветов свечения линейных шкал качественно аналогичны описанным для светоизлучающих диодов.

Линейные шкалы выпускаются в прямоугольных пластмассовых корпусах и в бескорпусном варианте в виде пластин с планарными элементами свечения и контактными площадками. Чаще это круглая полупроводниковая пластина диаметром до 60 мм, на которой размещены изолированные друг от друга кристаллики приборов прямоугольной формы, изготовленные интегрально на одной общей подложке. Бескорпусные приборы после механического разделения могут использоваться только в закрытых корпусах гибридных микросхем или в герметически изолированных блоках аппаратуры, обеспечивающих защиту от воздействия влаги. Монтаж пластинок осуществляется токопроводящим клеем (например, К-3, АС-40В). Разводка выводов производится методом ультразвуковой сварки или термокомпрессии.

По новой системе обозначений для линейных шкал третьему элементу обозначения присвоена буква Т. Например ИПТ03А-10Ж читается

так: индикатор полупроводниковый, шкальный, без схемы управления, из десяти элементов, желтого цвета свечения.

Линейные шкалы (иногда их называют «светящиеся столбики») являются аналогами щитовых измерительных приборов и служат для отображения непрерывно изменяющейся информации. Положительными особенностями линейных шкал являются быстрота восприятия информации и наглядность ее отображения.

Светящиеся шкалы могут быть установлены на приборном щитке автомобиля или самолета для индикации уровня горючего в баке, скорости движения и других параметров.

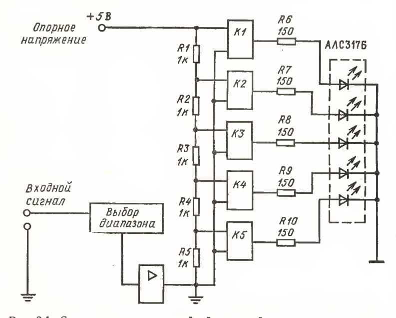


Рис. 3.1. Схема управления линейной шкалой методом параллельного сравнения напряжений

В бытовой радиоаппаратуре линейные шкалы используются в качестве индикаторов пикового уровня записываемого или выходного (звукового) сигнала. Широко применяются эти приборы в промышленной автоматике для индикации динамических процессов.

Удобна конструкция в виде расположенных рядом столбиков для индикации величин с целью их сопоставления. Группа линейных шкал, установленных в ряд, может отображать выходные уровни каждого канала многоканальной системы. В этом случае для оператора становится нагляднее работа системы, затрачивается меньше психологического напряжения при контроле за ее работой.

На рис. 3.1 представлена структурная схема отображения изменения входного аналогового сигнала на светодиодной шкале. Принцип управления шкалой состоит в постоянном сравнении входного сигнала

с опорным напряжением на каждом из пяти компараторов, включении тех компараторов, где входной сигнал становится равным опорному или превышает его, и зажигании соответствующих сегментов в линейной шкале.

Число индицируемых уровней сигнала может быть увеличено путем добавления шкальных индикаторов.

На рис. 3.2 показана схема управления шкальным индикатором,

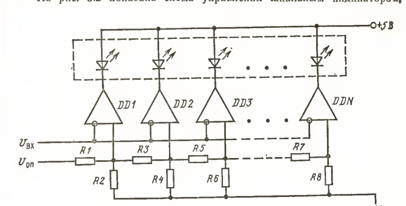


Рис. 3.2. Схема управления линейной шкалой с логарифмическим делителем напряжения

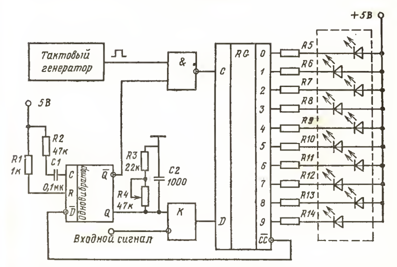


Рис. 3.3. Схема управления линейной шкалой методом последовательного сравнения напряжений

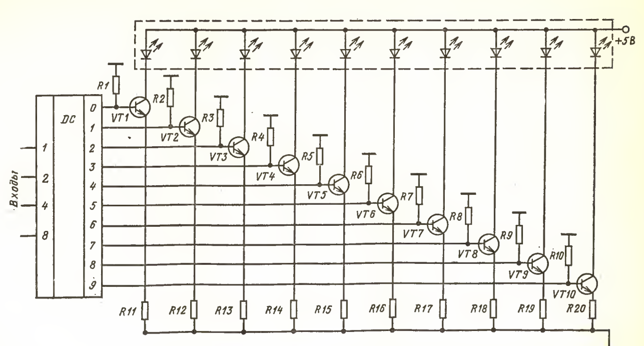


Рис. 3.4. Схема управления линейной шкалой при отображении цифровой информации

индицирующим контролируемое напряжение с использованием логарифмического делителя напряжения. Функцию компараторов выполняют операционные усилители. Деление опорного напряжения по логарифмическому закону осуществляется за счет соответствующего подбора сопротивлений резисторов *R1—R8*.

Недостаток приведенных схем — параллельное сравнение напряжений, отсюда большое число сравнивающих устройств (компараторов). Такого недостатка нет в схеме с последовательным сравнением (рис. 3.3), в которой имеется только один компаратор, сравнивающий входной сигнал с циклически изменяющимся образцовым напряжением. Далее результаты сравнения передаются на сдвиговый регистр, с выхода которого снимаются на индикатор параллельным кодом.

Схема работает следующим образом. Тактовый генератор вырабатывает импульсы прямоугольной формы. Через логический элемент совпадения они поступают на тактовый вход *C* регистра последовательного приближения *RG*, осуществляя потактовые сдвиги информации, загружаемой в регистр.

Параллельно с этим протекает процесс измерения уровня входного напряжения.

Зарядившийся с выхода *Q* одновибратора до высокого уровня конденсатор *C2* после смены логического состояния указанного выхода начинает разряжаться через резисторы *R3* и *R4*. Спадающее по экспоненте напряжение на конденсаторе непрерывно сравнивается с входным напряжением с помощью компаратора *K*. Результат сравнения (высокий или низкий логический уровень) с выхода компаратора поступает на вход данных регистра, определяя тем самым состояние его выходов.

По окончании цикла преобразования входного аналогового сигнала в серию логических импульсов на выходе *C* регистра появляется активный сигнал логического нуля, который воздействует на одновибратор *G*. Последний вырабатывает импульс остановки (его длительность определяется сопротивлением резистора *R2* и емкостью конденсатора *C1*), который запирает схему совпадения. В результате поступление импульсов на тактовый вход регистра прекращается, и шкальный индикатор регистрирует достигнутый входным сигналом уровень. Одновременно с выхода *Q* одновибратора происходит зарядка конденсатора *C2*.

Иногда бывает удобно отображать с помощью линейных шкал информацию, обрабатываемую в двоичном коде. На рис. 3.4 показана принципиальная схема управления линейной шкалы от дешифратора двоичных логических сигналов. Цифровой код, поступающий на вход прибора, преобразуется в соответствующую последовательность выходных сигналов, что соответственно вызывает зажигание сегментов шкалы.

В настоящее время ряд дешифраторов, предназначенных для управления линейными шкалами, выпускается отечественной промышленностью в микросхемном исполнении серийно. Их параметры и назначение выводов приведены в данном разделе.

3.2. ЛИНЕЙНЫЕ ШКАЛЫ В ПЛАСТМАССОВЫХ, МЕТАЛЛОСТЕКЛЯННЫХ И КЕРАМИЧЕСКИХ КОРПУСАХ

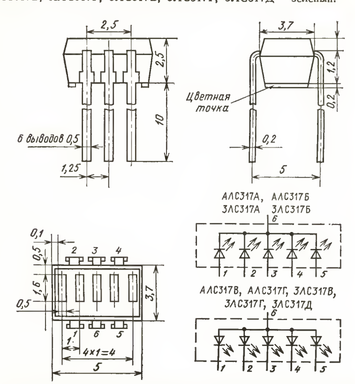
АЛС317(А, Б, В, Г), 3ЛС317(А, Б, В, Г, Д)

Линейные шкалы на основе светоизлучающих диодов. Число сегментов 5. Приборы АЛС317А, АЛС317Б, 3ЛС317А, 3ЛС317Б изготавливаются из эпитаксиальных гетероструктур галлий—фосфор—мышьяк;

АЛС317В, АЛС317Г, 3ЛС317В, 3ЛС317Г, 3ЛС317Д — из фосфида галлия.

Выпускаются в пластмассовом корпусе. Масса не более 0,2 г.

Тип прибора определяется по цвету корпуса и цветным точкам на нем. Цвет корпуса: АЛС317А, АЛС317Б, 3ЛС317А, 3ЛС317Б — красный; АЛС317В, АЛС317Г, 3ЛС317В, 3ЛС317Г, 3ЛС317Д — зеленый.



Маркируются цветными точками на корпусе: АЛС317А, АЛС317В — одной черной; АЛС317Б, АЛС317Г — двумя черными; 3ЛС317А, 3ЛС317В — без точки; 3ЛС317Б, 3ЛС317Г — одной синей; 3ЛС317Д — двумя синими.

Электрические и световые параметры при $T_{окр} = 25$ °С

Сила света одного сегмента при $I_{пр} = 10$ мА, не менее:	
АЛС317А, АЛС317Г, 3ЛС317А, 3ЛС317Г	0,16 мкд
АЛС317Б, 3ЛС317Б	0,35 мкд
АЛС317В, 3ЛС317В	0,08 мкд
3ЛС317Д	0,32 мкд
Разброс значений силы света сегментов одной шкалы, не более	3 раза
Цвет свечения:	
АЛС317А, АЛС317Б, 3ЛС317А, 3ЛС317Б	Красный

АЛС317В, АЛС317Г, 3ЛС317В, 3ЛС317Г, 3ЛС317Д . Зеленый

Постоянное прямое напряжение на одном сегменте при $I_{пр}=10$ мА, не более:

АЛС317А, АЛС317Б, 3ЛС317А, 3ЛС317Б . . . . . 2 В
АЛС317В, АЛС317Г, 3ЛС317В, 3ЛС317Г, 3ЛС317Д . 3 В

Максимум спектрального распределения излучения на длине волны:

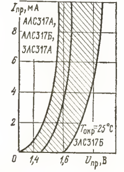
АЛС317А, АЛС317Б, 3ЛС317А, 3ЛС317Б . . . . . 0,665 мкм
АЛС317В, АЛС317Г, 3ЛС317В, 3ЛС317Г, 3ЛС317Д . 0,568 мкм

Предельные эксплуатационные данные

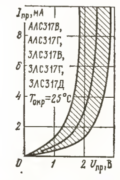
Постоянный прямой ток одного сегмента во всем диапазоне рабочей температуры . . . . 12 мА

Импульсный прямой ток одного сегмента при $T_{окр} \leqslant 70$ °С (для АЛС317А—АЛС317Г при $\tau_и=1$ мс, $Q=12$, для 3ЛС317А—3ЛС317Д при $\tau_и=2$ мс, $Q=12$) . . . 60 мА

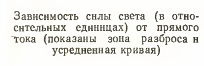
Диапазон рабочей температуры окружающей среды . $-60 \div +70$ °С

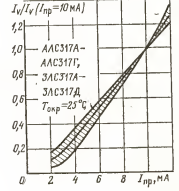


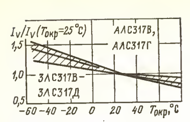
Вольт-амперная характеристика (показаны зона разброса и усредненная кривая)



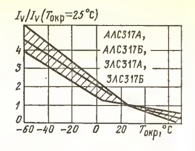
Вольт-амперная характеристика (показаны зона разброса и усредненная кривая)


Зависимость силы света (в относительных единицах) от прямого тока (показаны зона разброса и усредненная кривая)





Зависимость силы света (в относительных единицах) от температуры окружающей среды (показаны зона разброса и усредненная кривая)



Зависимость силы света (в относительных единицах) от температуры окружающей среды (показаны зона разброса и усредненная кривая)

АЛС345(А, Б, В, Г), 3ЛС345(А, В, Г)

Линейные шкалы на основе светоизлучающих диодов. Число сегментов: у АЛС345А, АЛС345Б, 3ЛС345А — 8; у АЛС345В, АЛС345Г,

Ключ

Вид А

АЛС345А, АЛС345Б, 3ЛС345А

АЛС345В, АЛС345Г, 3ЛС345В, 3ЛС345Г

3ЛС345В, 3ЛС345Г — 4. Цвет свечения красный. Изготавливаются из эпитаксиальных структур галлий—алюминий—мышьяк. Выпускаются в пластмассовом корпусе. Масса не более 1,5 г.

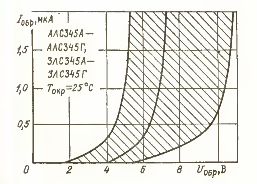
Электрические и световые параметры при $T_{окр} = 25\ °C$

Сила света одного сегмента при $I_{пр} = 10$ мА, не менее:	
АЛС345А, АЛС345В, 3ЛС345А, 3ЛС345В	0,3 мкд
АЛС345Б	0,2 мкд
АЛС345Г, 3ЛС345Г	0,15 мкд
Постоянное прямое напряжение на сегменте при $I_{пр} = 10$ мА, не более	2,2 В
Максимум спектрального распределения излучения на длине волны	0,67 мкм
Разброс значений силы света между излучающими сегментами одной шкалы, не более:	
АЛС345А	2,3 раза
АЛС345Б, АЛС345В, АЛС345Г, 3ЛС345Г	3 раза
3ЛС345А, 3ЛС345В	1,9 раза

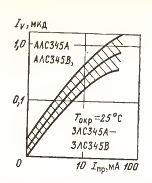
Предельные эксплуатационные данные

Постоянный прямой ток через один сегмент	12 мА
Обратное постоянное напряжение	4 мА
Диапазон рабочей температуры окружающей среды	—60÷+70 °С

Вольт-амперная характеристика (показаны зона разброса и усредненная кривая)



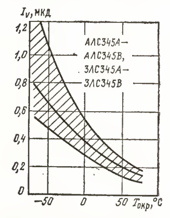
Зависимость обратного тока от обратного напряжения (показаны зона разброса и усредненная кривая)



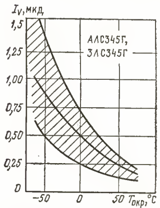
Зависимость силы света от прямого тока (показаны зона разброса и усредненная кривая)

I_V, мкд
1,0
0,1
0
$T_{окр}=25°C$
АЛС345Г,
3ЛС345Г
10 $I_{пр}$,мА 100

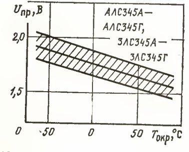
Зависимость силы света от прямого тока (показаны зона разброса и усредненная кривая)



Зависимость силы света от температуры окружающей среды (показаны зона разброса и усредненная кривая)



Зависимость силы света от температуры окружающей среды (показаны зона разброса и усредненная кривая)

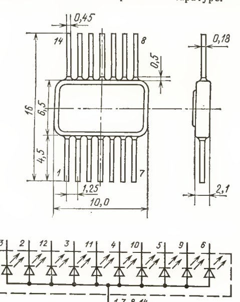


Зависимость прямого напряжения от температуры окружающей среды (показаны зона разброса и усредненная кривая)

3ЛС361(А, Б)

Линейные шкалы на основе светоизлучающих диодных структур галлий—фосфор—мышьяк. Цвет свечения красный. Число сегментов 10. Изготавливаются по планарно-эпитаксиальной технологии. Выпускаются в плоских металлостеклянных корпусах. Масса не более 1 г.

Предназначены для использования в качестве малоинерционных источников излучения в оптико-электронной аппаратуре.



Электрические и световые параметры при $T_{окр}=25$ °С

Сила света одного сегмента (при $I_{пр}=10$ мА 3ЛС361А, $I_{пр}=5$ мА 3ЛС361Б), не менее:

- 3ЛС361А . . . . 0,3 мкд
- 3ЛС361Б . . . . 0,15 мкд

Постоянное прямое напряжение (при $I_{пр}=10$ мА 3ЛС361А, $I_{пр}=5$ мА 3ЛС361Б), не более . . . . 2,2 В

Максимум спектрального распределения излучения на длине волны . . . . 0,66 мкм

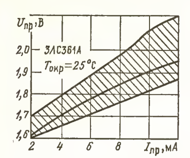
Разброс значений силы света между сегментами одной шкалы, не более . . . . 3 раза

Предельные эксплуатационные данные во всем диапазоне рабочей температуры

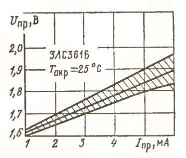
Постоянный прямой ток через один сегмент:

- 3ЛС361А . . . . 12 мА
- 3ЛС361Б . . . . 6 мА

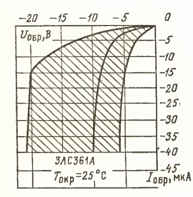
Импульсный прямой ток через один сегмент при $\tau_и = 500$ мкс и $I_{пр.ср} < 10$ мА 3ЛС361А, $I_{пр.ср} < 5$ мА 3ЛС361Б	100 мА
Постоянное обратное напряжение	4 В
Диапазон рабочей температуры окружающей среды .	−60÷+70 °С



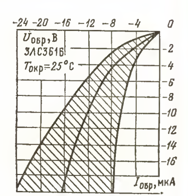
Вольт-амперная характеристика (показаны зона разброса и усредненная кривая)



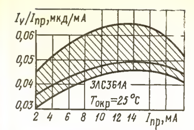
Вольт-амперная характеристика (показаны зона разброса и усредненная кривая)



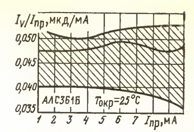
Обратная ветвь вольт-амперной характеристики (показаны зона разброса и усредненная кривая)



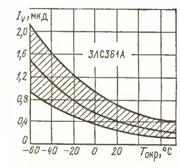
Обратная ветвь вольт-амперной характеристики (показаны зона разброса и усредненная кривая)



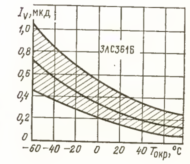
Зависимость отношения силы света к прямому току от прямого тока через сегмент (показаны зона разброса и усредненная кривая)



Зависимость отношения силы света к прямому току от прямого тока через сегмент (показаны зона разброса и усредненная кривая)



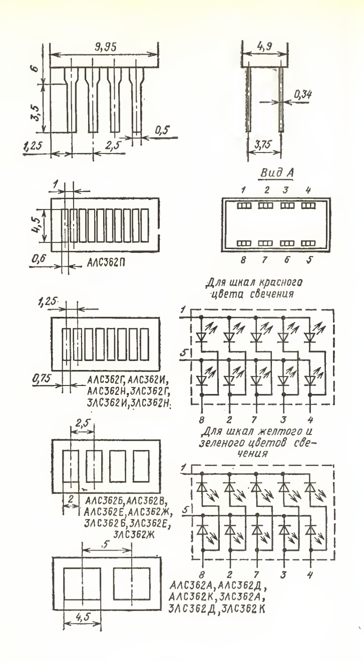
Зависимость силы света от температуры окружающей среды (показаны зона разброса и усредненная кривая)



Зависимость силы света от температуры окружающей среды (показаны зона разброса и усредненная кривая)

АЛС362(А, Б, В, Г, Д, Е, Ж, И, К, Л, М, Н, П), 3ЛС362(А, Б, В, Г, Д, Е, Ж, И, К, Л, М, Н)

Линейные шкалы изготавливаются на основе светоизлучающих *p-p-n*-диодных структур галлий—алюминий—мышьяк для АЛС362А — АЛС362Г, 3ЛС362А—3ЛС362Г и *n-n-p*-диодных структур галлий—фосфор—мышьяк для АЛС362Д—АЛС362П, 3ЛС362Д—3ЛС362Н. Число элементов в шкале: АЛС362А, АЛС362Д, АЛС362К, 3ЛС362А, 3ЛС362Д, 3ЛС362К — 2; АЛС362Б, АЛС362В, АЛС362Е, АЛС362Ж, АЛС362Л, АЛС362М, 3ЛС362Б, 3ЛС362В, 3ЛС362Е, 3ЛС362Ж, 3ЛС362Л, 3ЛС362М — 4; АЛС362Г, АЛС362И, АЛС362Н, 3ЛС362Г, 3ЛС362И, 3ЛС362Н — 8; АЛС362П — 10. Выпускаются в пластмассовом корпусе. Масса не более 1 г.



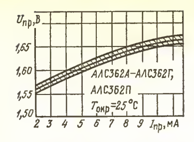
9,95
6
3,5
1,25
2,5
0,5
4,9
0,34
3,75
Вид А
1 2 3 4
8 7 6 5
1
4,5
0,6
АЛС362П
Для шкал красного цвета свечения
1,25
0,75
АЛС362Г, АЛС362И, АЛС362Н, 3ЛС362Г, 3ЛС362И, 3ЛС362Н
1
5
8 2 7 3 4
2,5
2
АЛС362Б, АЛС362В, АЛС362Е, АЛС362Ж, 3ЛС362Б, 3ЛС362Е, 3ЛС362Ж
Для шкал желтого и зеленого цветов свечения
1
5
8 2 7 3 4
5
4,5
АЛС362А, АЛС362Д, АЛС362К, 3ЛС362А, 3ЛС362Д, 3ЛС362К

Электрические и световые параметры при $T_{окр}=25$ °С

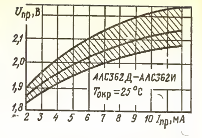
Сила света одного элемента при $I_{пр}=10$ мА, не менее:	
АЛС362А, АЛС362Б, АЛС362В, АЛС362Г, 3ЛС362А, 3ЛС362Б, 3ЛС362В, 3ЛС362Г	0,3 мкд
АЛС362П	0,35 мкд
АЛС362Д, АЛС362Е, АЛС362Ж, АЛС362И, АЛС362К, АЛС362Л, АЛС362М, АЛС362Н, 3ЛС362Д, 3ЛС362Е, 3ЛС362Ж, 3ЛС362И, 3ЛС362К, 3ЛС362Л, 3ЛС362М, 3ЛС362Н	0,15 мкд
Постоянное прямое напряжение на элементе при $I_{пр}=10$ мА, не более:	
АЛС362А, АЛС362Б, АЛС362В, АЛС362Г, АЛС362П, 3ЛС362А, 3ЛС362Б, 3ЛС362В, 3ЛС362Г	2 В
АЛС362Д, АЛС362Е, АЛС362Ж, АЛС362И, АЛС362К, АЛС362Л, АЛС362М, АЛС362Н, 3ЛС362Д, 3ЛС362Е, 3ЛС362Ж, 3ЛС362И, 3ЛС362К, 3ЛС362Л, 3ЛС362М, 3ЛС362Н	3,5 В
Цвет свечения:	
АЛС362А, АЛС362Б, АЛС362В, АЛС362Г, АЛС362П, 3ЛС362А, 3ЛС362Б, 3ЛС362В, 3ЛС362Г	Красный
АЛС362Д, АЛС362Е, АЛС362Ж, АЛС362И, 3ЛС362Д, 3ЛС362Е, 3ЛС362Ж, 3ЛС362И	Желтый
АЛС362К, АЛС362Л, АЛС362М, АЛС362Н, 3ЛС362К, 3ЛС362Л, 3ЛС362М, 3ЛС362Н	Зеленый
Максимум спектрального распределения излучения на длине волны:	
АЛС362А, АЛС362Б, АЛС362В, АЛС362Г, АЛС362П, 3ЛС362А, 3ЛС362Б, 3ЛС362В, 3ЛС362Г	0,67 мкм
АЛС362Д, АЛС362Е, АЛС362Ж, АЛС362И, 3ЛС362Д, 3ЛС362Е, 3ЛС362Ж, 3ЛС362И	0,58 мкм
АЛС362К, АЛС362Л, АЛС362М, АЛС362Н, 3ЛС362К, 3ЛС362Л, 3ЛС362М, 3ЛС362Н	0,556 мкм
Разброс значений силы света элементов одной шкалы, не более	3 раза

Предельные эксплуатационные данные

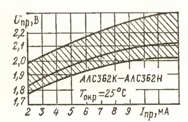
Постоянный прямой ток через один элемент	12 мА
Импульсный прямой ток через один элемент:	
АЛС362А—АЛС362Н при $\tau_и=0,5$ мс и $I_{пр.ср}=10$ мА	100 мА
АЛС362П при $\tau_и=0,5$ мс и $I_{пр.ср}=12$ мА	160 мА
3ЛС362А—3ЛС362Г при $\tau_и=10$ мс и $Q=56$	250 мА
3ЛС362Д—3ЛС362Н при $\tau_и=10$ мс и $Q=400$	250 мА
Постоянное обратное напряжение	4 В
Диапазон рабочей температуры окружающей среды	$-60 \div +70$ °С



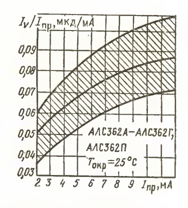
Вольт-амперная характеристика (показаны зона разброса и усредненная кривая)



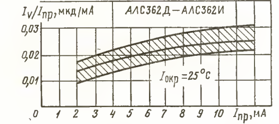
Вольт-амперная характеристика (показаны зона разброса и усредненная кривая)



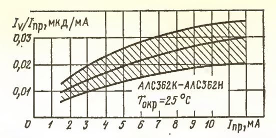
Вольт-амперная характеристика (показаны зона разброса и усредненная кривая)



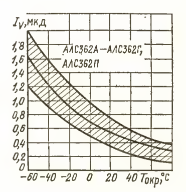
Зависимость отношения силы света к прямому току от прямого тока (показаны зона разброса и усредненная кривая)



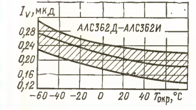
Зависимость отношения силы света к прямому току от прямого тока (показаны зона разброса и усредненная кривая)

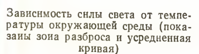


Зависимость отношения силы света к прямому току от прямого тока (показаны зона разброса и усредненная кривая)

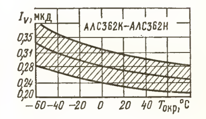


Зависимость силы света от температуры окружающей среды (показаны зона разброса и усредненная кривая)

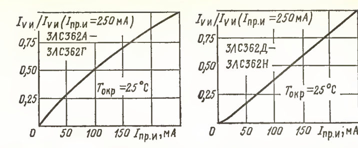




Зависимость силы света от температуры окружающей среды (показаны зона разброса и усредненная кривая)



Зависимость силы света от температуры окружающей среды (показаны зона разброса и усредненная кривая)

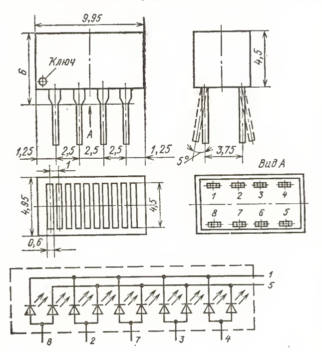


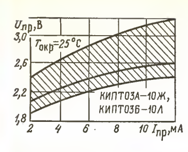
Зависимость импульсной силы света в относительных единицах от импульсного прямого тока

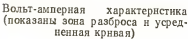
Завнсимость импульсной силы света в относительных еднннцах от импульсного прямого тока

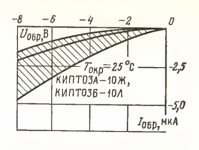
КИПТ03(А-10Ж, Б-10Л)

Линейные шкалы на основе фосфидогаллиевых светодиодных структур. Изготавливаются по эпитакснальной технологии. Число элементов 10. Цвет свечения желтый (КИПТ03А-10Ж), зеленый (КИПТ03Б-10Л). Выпускаются в пластмассовых корпусах. Масса не более 1 г.

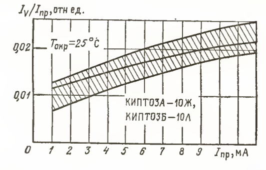




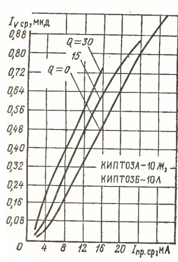

Вольт-амперная характеристика (показаны зона разброса и усредненная кривая)



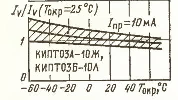
Обратная ветвь вольт-амперной характеристики (показаны зона разброса и усредненная кривая)



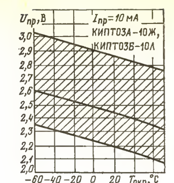
Зависимость отношения силы света к прямому току через элемент от постоянного прямого тока (показаны зона разброса и усредненная кривая)



Зависимость средней силы света одного элемента в импульсном режиме от прямого среднего тока при различных скважностях



Зависимость силы света (в относительных единицах) от температуры окружающей среды (показаны зона разброса и усредненная кривая)



Зависимость прямого напряжения от температуры окружающей среды (показаны зона разброса и усредненная кривая)

Линейные шкалы используются в аналоговых приборах повышенной точности для индикации значения сигнала при визуальном отсчете.

Электрические и световые параметры при $T_{окр}=25$ °С

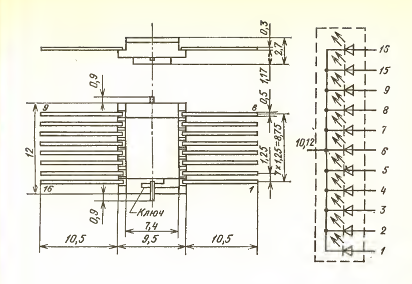
Сила света одного элемента при $I_{пр}=10$ мА, не менее	0,25 мкд
Цвет свечения:	
КИПТ03А-10Ж	Желтый
КИПТ03Б-10Л	Зеленый
Постоянное прямое напряжение при $I_{пр}=10$ мА, не более	3,5 В
Максимум спектрального распределения излучения на длине волны:	
КИПТ03А-10Ж	0,67 мкм
КИПТ03Б-10Л	0,56 мкм
Разброс значений силы света между элементами, не более	3 раза

Предельные эксплуатационные данные во всем диапазоне рабочей температуры

Постоянный или средний прямой ток через элемент	12 мА
Импульсный прямой ток через элемент при $Q=20$:	
при $\tau_и \geqslant 10$ мс	12 мА
при $\tau_и < 10$ мс	100 мА
Постоянное обратное напряжение	4 В
Диапазон рабочей температуры окружающей среды	−60 ÷ +70 °С

ИПТ04А-11К

Линейные шкалы на основе светодиодных структур галлий—фосфор—мышьяк, выполняемые по планарно-эпитаксиальной технологии. Цвет свечения красный. Число светящихся элементов 11 размером 50×



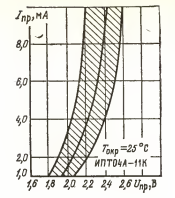
×20 мкм, расположенных в ряд с шагом 100 мкм. Выпускаются в стеклокерамическом корпусе. Масса не более 3 г.

Электрические и световые параметры при $T_{окр}=25\,°C$

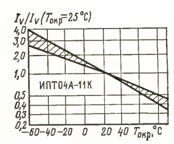
Сила света одного элемента при $I_{пр}=10$ мА, не менее	80 мккд
Постоянное прямое напряжение при $I_{пр}=10$ мА, не более	2,6 В
Максимум спектрального распределения излучения на длине волны	0,66 мкм
Разброс значений силы света элементов одной шкалы, не более	3 раза

Предельные эксплуатационные данные

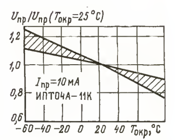
Постоянный или средний прямой ток через один элемент:	
при $T_{окр}\leqslant 35\,°C$	10 мА
при $T_{окр}=85\,°C$	3 мА
Импульсный прямой ток через один элемент для $\tau_и\leqslant$ $\leqslant 20$ мс:	
при $T_{окр}\leqslant 35\,°C$	30 мА
при $T_{окр}=85\,°C$	10 мА
Мощность рассеяния шкалы:	
при $T_{окр}\leqslant 35\,°C$	275 мВт
при $T_{окр}=85\,°C$	84 мВт
Обратное постоянное напряжение	3 В
Диапазон рабочей температуры окружающей среды	$-60\div+85\,°C$



Вольт-амперная характеристика (показаны зона разброса и усредненная кривая)



Зависимость силы света (в относительных единицах) от температуры окружающей среды (показана зона разброса)



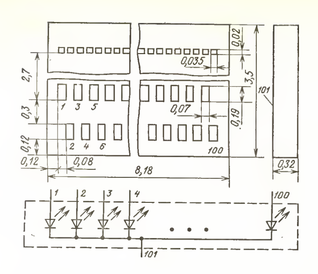
Зависимость прямого напряжения (в относительных единицах) от температуры окружающей среды (показана зона разброса)

3.3. БЕСКОРПУСНЫЕ ЛИНЕЙНЫЕ ШКАЛЫ

АЛС343А-5, ЗЛС343А-5

Линейные шкалы на основе светоизлучающих диодных структур галлий—фосфор—мышьяк. Цвет свечения красный. Число элементов 100, бескорпусные. Предназначены для записи информации на фотопленку. Применяются в составе гибридных микросхем и герметизированных блоков. Масса не более 0,05 г.

Маркировка на индикаторе отсутствует. Тип прибора проставляется на вкладыше, помещенном вместе с индикатором. Приборы размещаются в индивидуальной таре. Поставляются в двух вариантах: на общей пластине (не разделенные) и в виде кристаллов (разделенные). Минимальный диаметр пластины 27,6 мм.

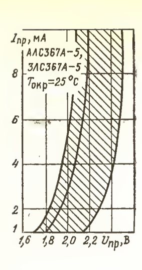


Электрические и световые параметры при $T_{окр}=25\,°C$

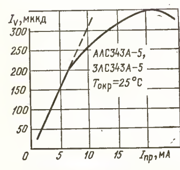
Сила света одного элемента, не менсе:	
при $I_{пр}=1$ мА	5 мккд
при $I_{пр}=4$ мА	20 мккд
при $I_{пр}=10$ мА	50 мккд
Постоянное прямое напряжение на элементе, не болсе:	
при $I_{пр}=1$ мА	1 В
при $I_{пр}=10$ мА:	
АЛС343А-5	2,8 В
3ЛС343А-5	2,6 В
Максимум спектрального распределения излучения на длине волны	0,66 мкм
Разброс значений силы света элементов одной шкалы, не более	3 раза

Предельные эксплуатационные данные

Постоянный прямой ток через один элемент:	
при $T_{окр}\leqslant 35\,°C$	4 мА
при $T_{окр}\leqslant 70\,°C$	2 мА
Импульсный прямой ток через один элемент для $\tau_и=20$ мс:	
при $T_{окр}\leqslant 35\,°C$	30 мА
при $T_{окр}\leqslant 70\,°C$	20 мА
Средняя рассеиваемая мощность:	
при $T_{окр}\leqslant 35\,°C$	15 мВт
при $T_{окр}\leqslant 70\,°C$	9 мВт
Постоянное обратное напряжение	3 В
Диапазон рабочей температуры окружающей среды	$-60 \div +70\,°C$



Вольт-ампериая характеристика (показаны зоиа разброса н усредиенная крнвая)



Типовая зависимость силы света элемеита от прямого тока

$I_V/I_V(I_{пр}=1\,мА)$

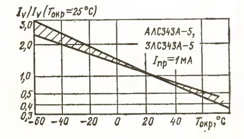
10^2

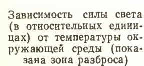
10^1

АЛС343А-5,
3ЛС343А-5
$T_{окр}=25\,°C$

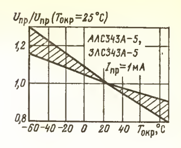
4 6 10 20 50 $I_{пр\,и}$, мА

Зависимость силы света (в отиосительиых едииицах) от прямого импульсиого тока




Зависимость силы света (в отиосительиых едииицах) от температуры окружающей среды (показана зоиа разброса)

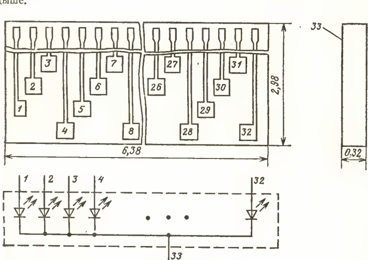
Зависимость прямого напряжения (в относительных единицах) от температуры окружающей среды (показана зона разброса)



АЛС364А-5, 3ЛС364А-5

Линейные шкалы на основе светоизлучающих диодных структур галлий—фосфор—мышьяк, изготовленных по эпитаксиально-планарной технологии. Цвет свечения красный. Число элементов 32, бескорпусные. Предназначены для отображения информации или записи ее на светочувствительный материал. Применяются в составе гибридных микросхем и герметизированных блоках. Масса не более 0,05 г.

Приборы поставляются в групповой таре, тип указывается на вкладыше.

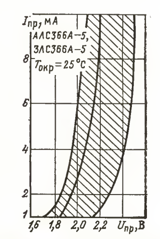


Электрические и световые параметры при $T_{окр}=25$ °С

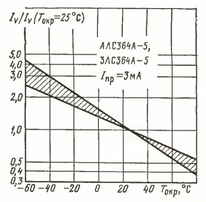
Сила света одного элемента при $I_{пр}=3$ мА, не менее . .	1,3 мккд
Постоянное прямое напряжение на элементе при $I_{пр}=3$ мА, не более	2 В
Максимум спектрального распределения излучения на длине волны	0,65 мкм
Разброс значений силы света элементов одной шкалы, не более	3 раза

Предельные эксплуатационные данные

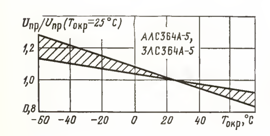
Постоянный прямой ток через один элемент:	
при $T_{окр} \leqslant 35$ °C	5 мА
при $T_{окр} = 70$ °C	2,5 мА
Импульсный прямой ток через один элемент для $\tau_и = 1$ мс, $Q \geqslant 140$:	
при $T_{окр} \leqslant 35$ °C	30 мА
при $T_{окр} = 70$ °C	15 мА
Мощность рассеяния по кристаллу:	
при $T_{окр} \leqslant 35$ °C	150 мВт
при $T_{окр} \leqslant 70$ °C	75 мВт
Постоянное обратное напряжение на элемент	3 В
Диапазон рабочей температуры окружающей среды	−60 ÷ +70 °C



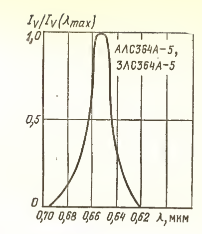
Вольт-амперная характеристика (показаны зона разброса и усредненная кривая)



Зависимость силы света (в относительных единицах) от температуры окружающей среды (показана зона разброса)



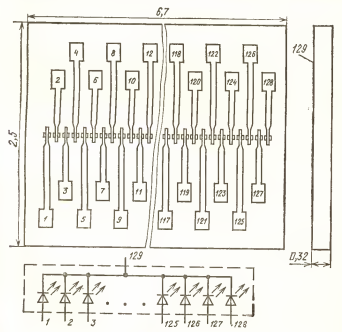
Зависимость прямого напряжения (в относительных единицах) от температуры окружающей среды (показана зона разброса)



Спектр излучения линейных шкал

АЛС366А-5, 3ЛС366А-5

Линейные шкалы на основе светоизлучающих диодных структур галлий—фосфор—мышьяк. Цвет свечения красный. Число элементов 128, бескорпусные. Предназначены для отображения информации или

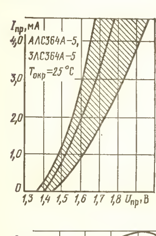


записи ее на светочувствительный материал. Применяются в составе гибридных микросхем и герметизированных блоках. Масса не более 0,05 г.

Маркировка на приборе отсутствует. Тип проставляется на вкладыше, помещенном вместе с индикатором. Приборы размещаются в индивидуальной таре.

Электрические и световые параметры при $T_{окр}=25\,°C$

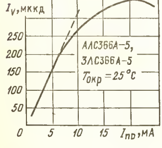
Сила света одного элемента, не менее:	
при $I_{пр}=1$ мА	6 мккд
при $I_{пр}=4$ мА	20 мккд
при $I_{пр}=10$ мА	60 мккд
Постоянное прямое напряжение на элементе, не более:	
при $I_{пр}=1$ мА	2 В
при $I_{пр}=10$ мА:	
АЛС366А-5	2,8 В
3ЛС366А-5	2,6 В
Максимум спектрального распределения излучения на длине волны	0,66 мкм
Разброс значений силы света элементов одной шкалы, не более	3 раза

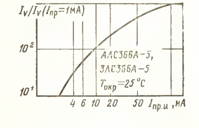


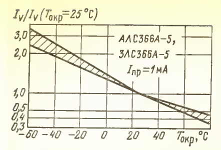
Вольт-амперная характеристика (показаны зона разброса и усредненная кривая)

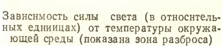
Типовая зависимость силы света от прямого тока

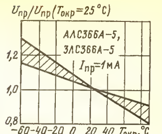
Зависимость силы света (в относительных единицах) от прямого импульсного тока








Завнснмость силы света (в относнтельных едниицах) от температуры окружающей среды (показана зона разброса)



Зависимость прямого напряжения (в отиосительных едииицах) от температуры окружающей среды (показаиа зоиа разброса)

Предельиые эксплуатациониые данные

Постояниый прямой ток через одии элемент:
- при $T_{окр} \leqslant 35\,°C$ . . . . 5 мА
- при $T_{окр} \leqslant 70\,°C$ . . . . 3 мА

Импульсный прямой ток через однн элемеит для $\tau_и = 20$ мс:
- при $T_{окр} \leqslant 35\,°C$ . . . . 30 мА
- при $T_{окр} \leqslant 70\,°C$ . . . . 20 мА

Средняя рассеиваемая мощность:
- при $T_{окр} \leqslant 35\,°C$ . . . . 15 мВт
- при $T_{окр} \leqslant 70\,°C$ . . . . 9 мВт

Постояниое обратное напряжение . . . . 3 В

Диапазон рабочей температуры окружающей среды . −60 ÷ +70 °C

АЛС367А-5, 3ЛС367А-5

Линейные шкалы на основе светоизлучающих диодиых структур галлий—фосфор—мышьяк. Цвет свечения красный. Число элементов 200, бескорпусные. Предназначены для отображения информации или записи ее иа светочувствительный материал. Применяются в составе гибридиых микросхем и герметизированных блоках. Масса ие более 0,2 г.

Маркировка иа приборе отсутствует. Тип проставляется иа вкладыше, помещенном вместе с индикатором. Приборы размещаются в индивидуальной таре.

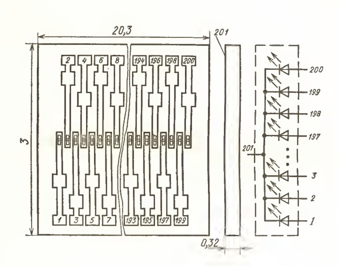
Электрические и световые параметры при $T_{окр}=25\,°C$

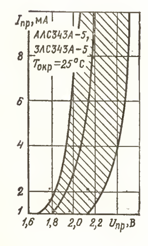
Сила света одного элемента:
- при $I_{пр}=1$ мА . . . . 7 мккд
- при $I_{пр}=4$ мА . . . . 20 мккд
- при $I_{пр}=10$ мА . . . . 70 мккд

Постоянное прямое напряжение иа элементе, не более:
- при $I_{пр}=1$ мА . . . . 2 В

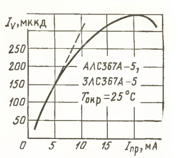
при $I_{пр}=10$ мА:

АЛС367А-5	2,8 В
3ЛС367А-5	2,6 В
Максимум спектрального распределения излучения на длине волны	0,66 мкм
Разброс значений силы света элементов одной шкалы, не более	3 раза

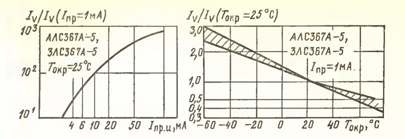




Вольт-амперная характеристика (показаны зона разброса и усредненная кривая)

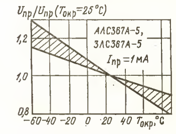


Зависимость силы света от прямого тока



Типовая зависимость силы света (в относительных единицах) от прямого импульсного тока

Зависимость силы света (в относительных единицах) от температуры окружающей среды (показана зона разброса)



Зависимость прямого напряжения (в относительных единицах) от температуры окружающей среды (показана зона разброса)

Предельные эксплуатационные данные

Постоянный прямой ток через один элемент:
- при $T_{окр} \leqslant 35$ °C . . . . 5 мА
- при $T_{окр} \leqslant 70$ °C . . . . 3 мА

Импульсный прямой ток через один элемент для $\tau_и = 20$ мс:
- при $T_{окр} \leqslant 35$ °C . . . . 30 мА
- при $T_{окр} \leqslant 70$ °C . . . . 20 мА

Средняя рассеиваемая мощность:
- при $T_{окр} \leqslant 35$ °C . . . . 15 мВт
- при $T_{окр} \leqslant 70$ °C . . . . 9 мВт

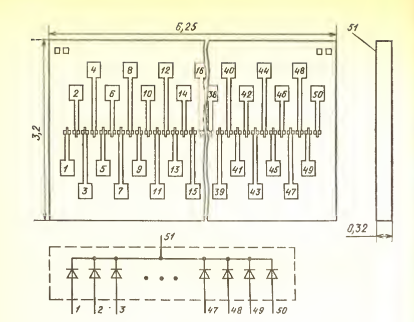
Постоянное обратное напряжение . . . . 3 В

Диапазон рабочей температуры окружающей среды . −60 ÷ +70 °C

КИПТ02А-50Л-5, ИПТ02А-50Л-5

Линейные шкалы на основе фосфидогаллиевых светодиодных структур. Изготавливаются по планарной технологии. Цвет свечения зеленый. Число элементов 50, бескорпусные. Выпускаются в виде кристаллов с контактными площадками под внешние выводы. Предназначены для использования в гибридных микросхемах. Масса не более 0,03 г.

Поставляются в специальной таре. Тип прибора указывается на вкладыше.

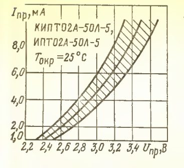


Электрические и световые параметры при $T_{окр}=25$ °C

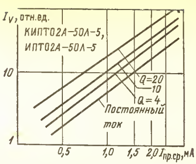
Сила света одного элемента при $I_{пр}=10$ мА, не менее	25 мккд
Постоянное прямое напряжение при $I_{пр}=10$ мА, не более	3,7 В
Максимум спектрального распределения излучения на длине волны	0,56 мкм
Разброс значений силы света элементов одной шкалы, не более	3 раза

Предельные эксплуатационные данные

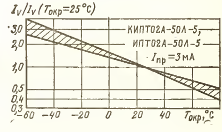
Постоянный прямой ток через элемент, не более:	
при $T_{окр}\leqslant 35$ °C	4 мА
при $T_{окр}=70$ °C	2 мА
Импульсный прямой ток через элемент при $\tau_и=20$ мс, не более:	
при $T_{окр}\leqslant 35$ °C:	
КИПТ02А-50Л-5	12 мА
ИПТ02А-50Л-5	30 мА
при $T_{окр}=70$ °C:	
КИПТ02А-50Л-5	6 мА
ИПТ02А-50Л-5	15 мА
Мощность рассеяния элемента:	
при $T_{окр}\leqslant 35$ °C	15 мВт
при $T_{окр}=70$ °C	8 мВт
Постоянное обратное напряжение	5 В
Диапазон рабочей температуры окружающей среды	$-60\div+70$ °C

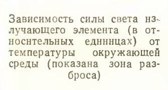


Вольт-амперная характеристика (показаны зона разброса и усредненная кривая)

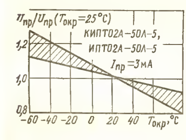


Зависимость силы света излучающего элемента в импульсном режиме от среднего прямого тока при различных значениях скважности





Зависимость силы света излучающего элемента (в относительных единицах) от температуры окружающей среды (показана зона разброса)



Зависимость прямого напряжения (в относительных единицах) от температуры окружающей среды (показана зона разброса)

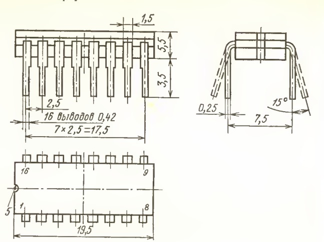
3.4. МИКРОСХЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЛИНЕЙНЫМИ ШКАЛАМИ

КМ155ИД11

Дешифраторы логических сигналов двоичного кода в сигналы управления линейными шкалами на основе светоизлучающих диодов.

Принцип управления — увеличение светящихся точек до заполнения всей шкалы.

Изготавливаются на основе технологии ТТЛ. Выпускаются в металлокерамическом корпусе.



Графическое обозначение ИС приведено ниже. Назначение выводов: *D0—D2* — информационные входы, предназначенные для приема логических сигналов в двоичном коде; *V* — вход запрета; *P* — вход переноса; *Q0—Q7* — выходы управления шкалой; *QP* — выход переноса; *16* — $U_{пит}$; *8* — общий.

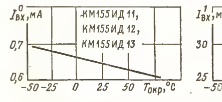
Нормальное функционирование дешифратора возможно при установлении высокого логического уровня на входе *P* и низкого логического уровня на входе *V*. Изменение логических состояний выходов *Q0*, *Q1*, *Q2*, *Q3*, *Q4*, *Q5*, *Q6*, *Q7* в зависимости от входной информации на *D2*, *D1*, *D0* происходит по следующей закономерности: 000 (вход)—10000000 (выход), 001—11000000, 010—11100000, 011—11110000, 100—11111000, 101—11111100, 110—11111110, 111—11111111. При подаче на вход *V* (запрет) уровня логической 1 все выходы устанавливаются в состояние логического 0 и пребывают в этом состоянии независимо от изменений состояний на входных информационных линиях, при этом на выходе *QP* (перенос) устанавливается логическая 1. Если на вход *P* (вывод *15*) поступает низкий логический уровень, то на выходе *QP* (вывод *10*) также устанавливается низкий логический уровень, а на всех функциональных выходах (*Q0—Q7*) — уровень логической 1. Это состояние будет неизменным до тех пор, пока не изменится на противоположный уровень сигнала на входе *P*.

Электрические параметры при $T_{окр}=25$ °C

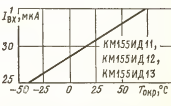
Входной ток в состоянии логического 0, не более . .	—1,6 мА
Входной ток в состоянии логической 1, не более . .	40 мкА
Выходное напряжение логического 0, не более . . .	0,4 В
Выходное напряжение логической 1	1,4—2,2 В
Ток потребления, не более	140 мА
Ток утечки на выходе	0,3 мА

Микросхема КМ155ИД11:

а — функциональная схема; *б* — условное графическое обозначение



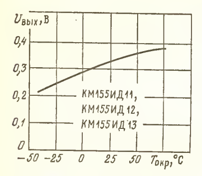
Зависимость входного тока в состоянии логического 0 от температуры окружающей среды



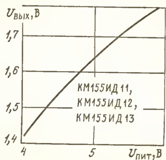
Зависимость входного тока в состоянии логической 1 от температуры окружающей среды

Предельные эксплуатационные данные

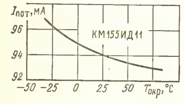
Напряжение питания	(5±0,5) В
Емкость нагрузки	150 пФ
Диапазон рабочей температуры окружающей среды .	−45 ÷ +85 °С



Зависимость выходного напряжения в состоянии логического 0 от темпертуры окружающей среды



Зависимость выходного напряжения в состоянии логической 1 от напряжения питания



Зависимость тока потребления от температуры окружающей среды

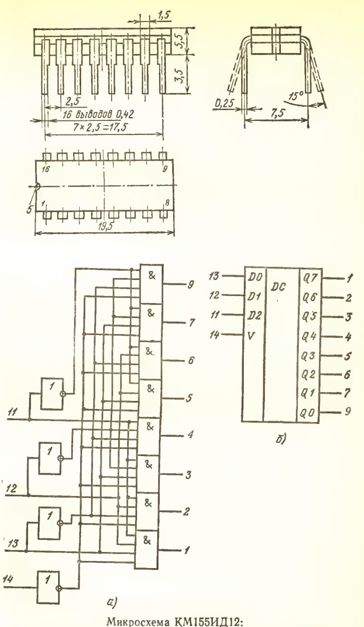
КМ155ИД12

Дешифраторы логических сигналов двоичного кода в сигналы управления линейными шкалами на основе светоизлучающих диодов. Принцип управления — сдвиг одной светящейся точки в пределах шкалы.

Изготавливаются на основе ТТЛ-технологии. Выпускаются в металлокерамическом корпусе. Графическое обозначение микросхемы приведено ниже. Назначение выводов: *D0—D2* — информационные входы; *V* — вход запрета; *Q0—Q7* — выходы управления шкалой; *16* — $U_{пит}$; *8* — общий.

Функция микросхемы по управлению светодиодной шкалой выполняется при условии установления на входе *V* (запрет) уровня логического 0.

Работа дешифратора подчиняется следующему соответствию. При логическом состоянии на информационных входах *D0—D2* 000, состояние выходов *Q0—Q7* — 10000000 и далее: 001—01000000, 010—00100000,



Микросхема КМ155ИД12:
а — функциональная схема; *б* — условное графическое обозначение

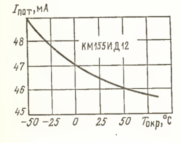
011—00010000, 100—000010000, 101—00000100, 110—00000010, 111—00000001. Если на входе V устанавливается уровень логической 1, то все выходы переходят в состояние логического 0, независимое от изменений на информационных входах.

Электрические параметры при $T_{окр}=25$ °C

Входной ток в состоянии логического 0, не более	—1,6 мА
Входной ток в состоянии логической 1, не более	40 мкА
Выходное напряжение логического 0, не более	0,4 В
Выходное напряжение логической 1	1,4—2,2 В
Ток потребления, не более	60 мА
Ток утечки на выходе	—0,3 мА

Предельные эксплуатационные данные

Напряжение питания	(5±0,5) В
Емкость нагрузки	150 пФ
Диапазон рабочей температуры окружающей среды	—45÷+85 °С



Зависимость тока потребления от от температуры окружающей среды

КМ155ИД13

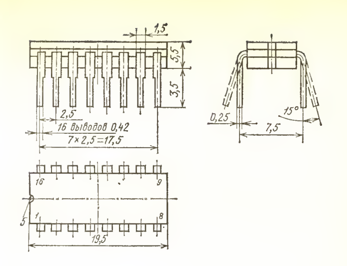
Дешифраторы логических сигналов двоичного кода в сигналы управления линейными шкалами на основе светоизлучающих диодов. Принцип управления — сдвиг двух светящихся точек в пределах шкалы.

Изготавливаются на основе ТТЛ-технологии. Выпускаются в металлокерамическом корпусе. Графическое обозначение микросхемы приведено ниже. Назначение выводов: $D0$—$D2$ — информационные входы; V — вход запрета; P — вход переноса; $Q0$—$Q7$ — выходы управления шкалой; QP — выход переноса; 16 — $V_{пит}$; 8 — общий.

Функция управления линейной шкалой выполняется при установлении высокого логического уровня на входе P и низкого логического уровня на входе V.

Логическая зависимость входной и выходной информации определяется следующими соответствиями: при 000 на информационных входах (*D2*, *D1*, *D0*) на выходах (*Q0*, *Q1*, *Q2*, *Q3*, *Q4*, *Q5*, *Q6*, *Q7*, *QP*) 100000000 и далее: 001—110000001, 010—011000001, 011—001100001, 100—000110001, 101—000011001, 110—000001101, 111—000000111.

При логических состояниях 11 на входах P и V на выходе устанавливается код 000000001, а при логических состояниях 01—000000011,



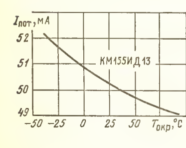
Электрические параметры при $T_{окр}=25\,°C$

Входной ток в состоянии логического 0, не более . .	—1,6 мА
Входной ток в состоянии логической 1, не более . .	40 мкА
Выходное напряжение логического 0, не более . . .	0,4 В
Выходное напряжение логической 1	1,4—2,2 В
Ток потребления, не более	70 мА
Ток утечки на выходе	—0,3 мА

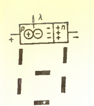
Предельные эксплуатационные данные

Напряжение питания	(5±0,5) В
Емкость нагрузки	150 пФ
Диапазон рабочей температуры окружающей среды	—45÷ +85 °С

Микросхема КМ155ИД13:
а — функциональная схема; *б* — условное графическое обозначение



Зависимость тока потребления от температуры окружающей среды



Раздел 4

ЦИФРО-БУКВЕННЫЕ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫЕ ИНДИКАТОРЫ

4.1. УСТРОЙСТВО, ПАРАМЕТРЫ, ПРИМЕНЕНИЕ

Цифро-буквенные индикаторы на основе светодиодов представляют собой интегральную микросхему из диодных структур (в виде сегментов или точечных элементов) и необходимых электрических соединений. Исходными материалами индикаторов являются кристаллический фосфид галлия, легированный атомами азота, кислорода и цинка, на основе которого изготавливают в основном приборы желтого и зеленого цветов свечения; твердые растворы кристаллов галлий—фосфор—мышьяк и галлий—алюминий—мышьяк для индикаторов красного свечения; значительно реже используется карбид кремния — на нем получают желто-оранжевое свечение.

Готовые сегменты (полоски) из указанных материалов располагают на одной подложке таким образом, чтобы при соответствующих комбинациях возбужденных сегментов достигалось четкое отображение одной цифры или буквы.

Сборка индикаторов из отдельных сегментов позволяет путем подбора добиться минимального разброса яркости свечения сегментов. Современные технологические методы позволяют одновременно выращивать все сегменты на полупроводниковой подложке, что существенно упрощает изготовление, но и повышает число отбраковок по параметру разброса яркости сегментов в одном индикаторе.

Разновидностью цифро-буквенных индикаторов являются двухцветные приборы, в которых для формирования сегмента используются два светоизлучающих диода: красного и зеленого цветов свечения. Управление напряжением питания такого индикатора осуществляется с помощью двух шин: одна — для включения красных диодов (индикатор светится красным цветом), другая — для включения зеленых диодов (индикатор светится зеленым цветом).

Основные параметры цифро-буквенных индикаторов аналогичны тем, которые характеризуют свойства светоизлучающих диодов. Специфическими являются допустимый разброс силы света или яркости между излучающими сегментами.

Разброс силы света определяется отношением $\delta I_v \leqslant I_{v\max}/I_{v\min}$, где $I_{v\max}$ — сила света самого яркого сегмента при номинальном токе; $I_{v\min}$ — сила света самого тусклого сегмента.

Разброс яркости определяется отношением $\delta L \leqslant L_{\max}/L_{\text{ср}}$, где $L_{\max}$ — яркость самого яркого сегмента при номинальном прямом токе; $L_{\text{ср}} = (L_{\max} + L_{\min})/2$; $L_{\min}$ — яркость самого тусклого сегмента при номинальном прямом токе.

Одноразрядные цифро-буквенные индикаторы позволяют воспроизвести любую цифру от 0 до 9. Для большинства из них техническими условиями оговаривается также возможность отображения следующих букв: А, Б, Г, Е, З, Н, О, П, Р, С, У, Ч.

По числу сегментов, приходящихся на один разряд, выпускаемые в настоящее время цифро-буквенные индикаторы делятся на 7-сегментные, 8-сегментные и 35-элементные. Кроме сегментов, необходимых для синтеза цифры или буквы, разряд индикатора может иметь децимальную точку.

По числу разрядов в одном корпусе цифро-буквенные индикаторы делятся на одноразрядные и многоразрядные. Для многоразрядных индикаторов в технических условиях обычно указываются средняя по разряду сила света сегмента и допустимый разброс силы света между разрядами, который определяется по формулам, аналогичным приведенным выше.

Для 9-разрядных цифровых индикаторов, в которых число сегментов и электрических связей на единицу площади велико, а расстояние между сегментами и разрядами мало, вводится дополнительный параметр R_{pp} — минимальное сопротивление между сегментами и разрядами, при котором гарантируется отсутствие паразитной подсветки невозбуждаемых сегментов.

Индикаторы различаются также по высоте отображаемых цифр или букв. Для индикаторов с малой высотой цифр и для всех многоразрядных индикаторов в справочных данных указывается сила света сегмента, средняя по разряду, т. е. суммарная сила света разряда, поделенная на число сегментов в данном разряде, или интегральная сила света всего разряда.

Для многоразрядных индикаторов, кроме того, указывается допустимый разброс силы света между разрядами, который определяется по формулам, аналогичным приведенным выше.

Большинство цифро-буквенных индикаторов выпускается в прямоугольных пластмассовых корпусах. Наиболее удачной является конструкция на принципе рассеяния света, в которой полупроводниковые кристаллы размещаются на основании корпуса, а вывод света наружу осуществляется монолитным светопроводом.

Рассеяние света происходит за счет сверхрассеивающей пластмассы, которая заливается во время герметизации прибора или благодаря диффузно рассеивающей пленки, помещаемой на плоской лицевой поверхности светопровода. Описанная конструкция используется при изготовлении цифро-буквенных индикаторов АЛС321, АЛС324, АЛС326, АЛС333, АЛС334, АЛС335.

Для изготовления многоразрядных цифровых индикаторов применяют монолитную конструкцию. Эта конструкция, в которой полупроводниковые светоизлучающие кристаллы размещаются на общем основании, обладает оптическим увеличением. Для увеличения видимого изображения цифры используется многоэлементная (по числу разрядов) пластмассовая линза.

Существуют две модификации данной конструкции: жесткое керамическое или стеклотекстолитовое основание и моноблочная линза, механически закрепленная на нем (индикатор АЛС318), и металлическая рамка с линзой, формируемой в процессе пластмассовой герметизации (многоразрядные индикаторы АЛС311, АЛС328, АЛС329, АЛС330). Одноразрядные индикаторы выпускаются также в стеклокерамических корпусах, которые обладают более высокой устойчивостью к климатическим воздействиям.

В новой системе обозначений для записи типов цифровых и цифро-буквенных индикаторов используются те же символы, что и для шкальных индикаторов, за исключением третьего элемента, которому присвоена буква Ц.

Количество разрядов в индикаторе и количество сегментов в разряде записываются через дробную черту. Если индикатор матричный, то после дроби указывают число элементов в строке, умноженное на число элементов в столбце.

Таким образом, запись ИПЦ02А-1/7 КЛ означает: индикатор полупроводниковый цифробуквенный, без схемы управления, группы А, одноразрядный, 7-сегментный, двухцветный (красного и зеленого цветов свечения).

Для индикаторов с числом сегментов 9 и более, из которых кроме цифр можно более или менее четко синтезировать любую букву алфавита, предложено название буквенно-цифровое. Им присвоена буква В в качестве третьего элемента обозначения. Пока имеется только один тип приборов, в названии которого использована буква В. Это КИПВ01А-1/10К-5, что означает: индикатор полупроводниковый, буквенно-цифровой, без схемы управления, группы А, одноразрядный, 9-сегментный с децимальной точкой, красного цвета свечения, бескорпусной.

Цифро-буквенные индикаторы широко используются в измерительной аппаратуре, устройствах автоматики и вычислительной техники, микрокалькуляторах, часах и разнообразных приборах.

Обычно информация, предназначенная для отображения, поступает в двоичном коде. Для представления ее в привычной для человека десятичной системе существует специальный 7-сегментный код, с помощью которого возможен синтез любой десятичной цифры на 7-сегментном цифровом индикаторе.

Разработаны и серийно выпускаются несколько типов микросхем дешифраторов, преобразующих информацию из двоичного кода в 7-сегментный.

Справочные данные на эти микросхемы представлены в конце данного раздела. Основные параметры и их определения следующие:

входной ток логического 0 $I^0_{вх}$ — значение тока, вытекающего из одного входа микросхемы, находящегося в состоянии логического 0;

входной ток логической 1 $I^1_{вх}$ — значение входного тока одного входа микросхемы, находящегося в состоянии логической 1;

выходные токи логического 0 $I^0_{вых}$ и логической 1 $I^1_{вых}$ — значения токов на выходе микросхемы в состоянии логического 0 и логической 1 соответственно;

ток потребления $I_{пот}$ — ток, потребляемый внутренними логическими элементами от источника питания при запертых выходах микросхемы.

На рис. 4.1 показана схема подключения цифро-буквенного индикатора к дешифратору на основе ТТЛ-логики и к счетчику-дешифратору, изготовленному по микромощной КМОП-технологии.

Показанные схемы управления предназначены для индикаторов с общим катодом, в которых возбуждение сегмента наступает при высоком логическом уровне на соответствующей линии на выходе устройства управления.

Для управления индикаторами с общим анодом необходимо проинвертировать все выходные управляющие сигналы либо выбрать другой тип дешифратора, в котором свечению сегмента соответствует низкий логический уровень.

Для управления многоразрядными цифровыми индикаторами, особенно при числе разрядов более восьми, используют динамические методы управления.

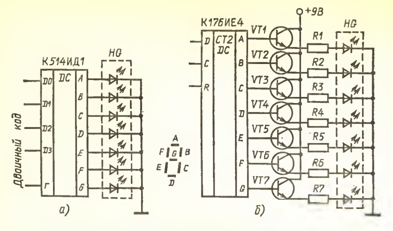


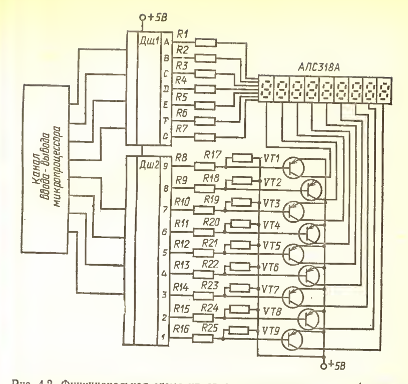
Рис. 4.1. Схема подключения цифро-буквенного индикатора:
а — к ТТЛ-дешифратору; *б* — к КМОП-счетчику-дешифратору

Схема управления 9-разрядным 7-сегментным цифровым индикатором показана на рис. 4.2.

Дешифратор *ДШ1* в каждом временно́м такте вырабатывает на выходах импульсы для возбуждения сегментов отображаемой цифры. В этом же временно́м такте дешифратор *ДШ2* вырабатывает импульс на выходе того разряда, в котором должна отобразиться данная цифра. В следующем временно́м такте возбуждается цифра в другом разряде индикатора. При достаточно высокой частоте повторения тактов создается впечатление постоянного горения на индикаторе многоразрядного числа. Частоту следования тактов (в герцах) рекомендуется выбирать из соотношения $f \geqslant 30m$, где m — число разрядов индикатора. Существенным недостатком 7-сегментных индикаторов является то, что единственная ошибка в управляющем коде или неисправность одного сегмента приводит практически к полной невозможности чтения цифры.

Более надежными в этом смысле являются светодиодные 35-элементные индикаторы. Каждая цифра или буква формируется матрицей из 35 светодиодов, образующих семь строк и пять столбцов. Вид синтезируемых матричных индикаторов цифр и букв показан на рис. 4.3. Отказ одного из элементов матрицы не приводит к ошибке при чтении отображаемой цифры или буквы.

Принцип управления матричными индикаторами показан на рис. 4.4. Информация для управления строками загружается в семь сдвиговых регистров соответственно числу строк и последовательно по тактам подается в строки. В каждом временно́м такте возбуждается стробирующий импульс соответствующего столбца. В результате происходит высвечивание информации во всех элементах данного столбца. После каждого такта происходит сдвиг информации в регистрах и в следующем временно́м такте возбуждается стробирующий импульс во втором столбце и т. д. За пять тактов происходит передача полной информации, содержащейся в регистрах, на матричный индикатор, после чего происхо-



Рнс. 4.2. Функциональная схема управлення многоразрядным цифровым нндикатором

днт повторение передачн, если по шнне ввода данных не поступила новая нныформация. Временна́я днаграмма формнровання буквы М представлена на рнс. 4.5.

Для нллюстрацни особенностей прнменення цнфро-буквенных ннднкаторов прнведем ряд практнческнх схем нспользовання нх в разлнчных устройствах

Контролнровать работу цнфровой аппаратуры на мнкросхемах ТТЛ-тнпа удобно, нспользуя логнческнй пробннк, схема которого представлена на рнс. 4.6. Данное устройство ннднцнрует цнфру 0 прн подаче на вход ннзкого логнческого уровня н цнфру 1 прн высоком уровне на входе. Налнчне нмпульсных входных колебанний соответствует мнганню точкн цнфрового ннднкатора.

Формнрованне на ннднкаторе цнфр 0 н 1 обеспечнвают входные транзисторы (*VT1*, *VT2*) н ннверторы *DD1.1—DD1.3*.

Остальная часть схемы предназначена для выработкн снгналов мнгання точкн н колебаннй звуковой частоты, пнтающнх телефон *BF1*.

Индикация 0 сопровождается звуком ннзкого тона, а 1 — высокого;

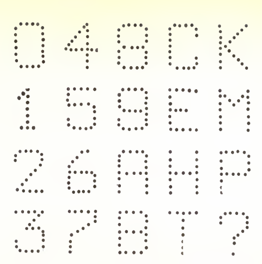


Рис. 4.3. Вид цифр и букв, синтезируемых матричным индикатором из 35 светодиодов

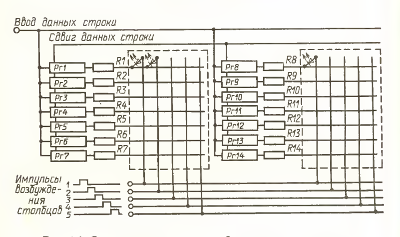


Рис. 4.4. Схема управления группой матричных индикаторов

при периодически повторяющихся импульсных входных сигналах звуковая тональность соответственно чередуется с той же частотой.

На рис. 4.7 изображена схема электронного секундомера, индицирующего секунды, десятки секунд и единицы минут.

Генератор импульсов с частотой их следования 10 Гц выполнен по схеме мультивибратора на логических элементах ИЛИ — НЕ (*DD1.1*, *DD1.2*), подстройка частоты осуществляется резистором *R1*. Генериру-

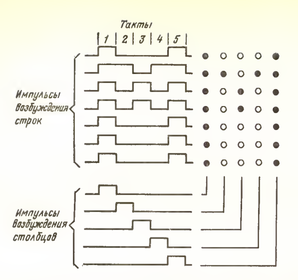


Рис. 4.5. Временная диаграмма формирования матричным индикатором буквы М

Рис. 4.6. Схема цифрового логического пробника

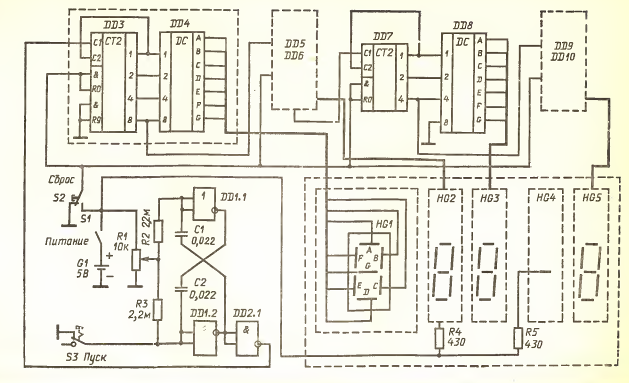


Рис. 4.7. Схема электронного секундомера

емые импульсы подаются на первый двоично-десятичный счетчик *DD3*, дешифрируются в 7-сегментный код микросхемой *DD4*, с выхода которой управляющие сигналы поступают на 7-сегментный индикатор *HG1*, индицирующий десятые доли секунды. С выхода первого счетчика сигналы подаются на второй двоично-десятичный счетчик (*DD5*), аналогично дешифрируются (*DD6*) и результат отображается на *HG2* — это единицы секунд. Далее счетная информация обрабатывается счетчиком-делителем на 6 (*DD7*) и двоично-десятичным счетчиком *DD9*. На индикаторе *HG3* высвечиваются десятки секунд, а на *HG5* — минуты.

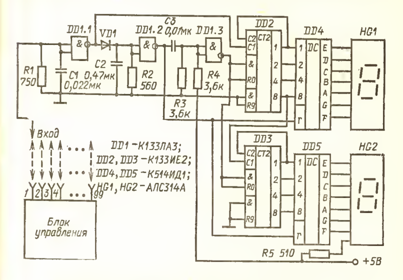


Рис. 4.8. Схема устройства прозвонки многопроводного кабеля

На индикаторе *HG4* постоянно горит сегмент *G* (черточка), отделяя секунды от минут. Пуск секундомера осуществляется кнопкой *S3*, а обнуление табло — кнопкой *S2*.

На рис. 4.8 показано эффективное устройство для прозвонки многопроводного кабеля. Блок управления формирует на выходах 1—99, предназначенных для подключения к проводам кабеля, периодически повторяющиеся пачки импульсов с числом импульсов в пачке, равным номеру подключаемого вывода.

К проводам на втором конце кабеля прикасаются входным штырем блока индикации. Этот блок имеет входной фильтр *C1 R1*, инвертор *DD1.1*, двоично-десятичные счетчики *DD2*, *DD3*, элемент обнуления счетчиков *DD1.3*, дешифраторы *DD4*, *DD5* и цифровые 7-сегментные индикаторы *HG1* и *HG2*. В исходном состоянии с выхода инвертора *DD1.2* подается активный сигнал на вход гашения дешифратора, и индикаторы не горят. Светится только точка у цифры старшего разряда, означающая, что устройство готово к работе.

Если входным штырем прикоснуться к одному из проводов кабеля, то на вход блока индикации поступит такое число импульсов, какой

порядковый иомер имеет испытываемый провод. Число принятых импульсов зафиксируется счетчиком, дешифрируется и отобразится на 2-разрядиом иидикаторе.

Таким образом, после каждого прикасания входным штырем к проводу иа 2-разрядиом цифровом табло будет высвечиваться иомер этого провода.

Принцип работы цифрового измерителя емкости, используемого при подборе коидеисаторов для времязадающих цепей, показаи иа рис. 4.9.

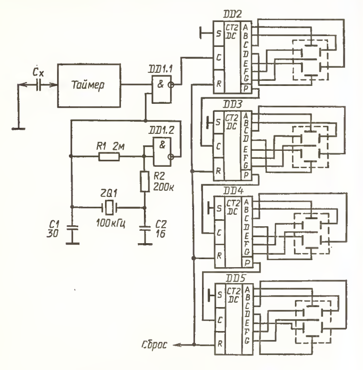


Рис. 4.9. Схема устройства измерителя емкости

В даином устройстве использоваи принцип преобразоваиия измеряемой емкости коидеисатора в длительиость импульса. Испытуемый коидеисатор C_x заряжается от стабилизироваииого источиика тока. В период зарядки иа выходе таймера поддерживается высокий уровеиь иапряжеиия, который поступает иа вход схемы совпадеиия *DD1.1*. На второй вход этой схемы подаются импульсы от стабилизироваииого кварцевого геиератора.

Мерой длительиости зарядки испытуемого коидеисатора, которая пропорциоиальиа его емкости, является число импульсов стабильиой частоты, поступившее иа схему совпадеиия за период зарядки. Эти импульсы подсчитываются счетчиком-дешифратором, выполиеииым иа эле-

ментах *DD2—DD5*, и индицируются на 7-сегментных индикаторах. В момент окончания зарядки конденсатора C_x логический элемент *DD1.1* запирается и счет импульсов прекращается. Окончательный результат в пикофарадах отображается на 4-разрядном цифровом табло.

На рис. 4.10 показана принципиальная схема шахматных часов с индикацией текущего времени (минуты и десятки секунд) на 7-сегментных индикаторах.

Функцию генератора выполняет симметричный мультивибратор, выполненный на транзисторах *VT1* и *VT2*. Он обеспечивает генерацию импульсов сравнительно низкой частоты (около 250 Гц), которые далее последовательно проходят два делителя частоты на 16 (микросхемы

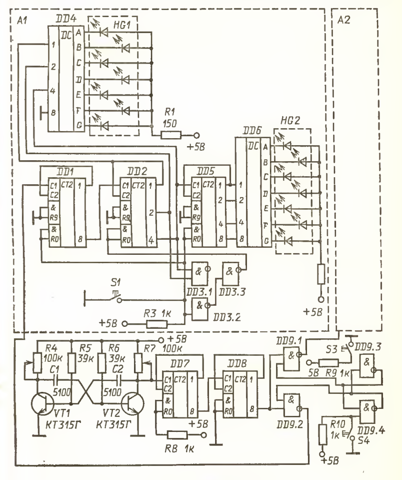


Рис. 4.10. Схема часов

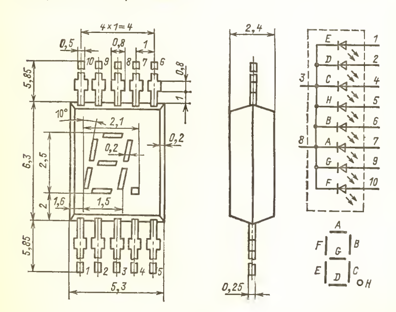
DD7 и *DD8*). С помощью элементов подстройки частоты генератора *R4* и *R7* можно установить частоту следования импульсов на выходе второго делителя 1 Гц. Эти сигналы поступают на вход счетчика *DD1*, с выхода которого импульсы подаются на вход счетчика *DD2* и затем на вход *DD5*. Информация, накапливающаяся в счетчиках, дешифрируется микросхемами *DD4* и *DD6* и отображается 7-сегментными индикаторами *HG1* (десятки секунд) и *HG2* (минуты). С помощью кнопки *S1* результат счета времени сбрасывается в нуль. Нажатием кнопки *S4* осуществляется пуск счетчика времени (схема которого изображена на рисунке слева (блок *A1*); кнопкой *S3* пускается второй счетчик, имеющий идентичную схему, условно обозначенную прямоугольником справа (блок *A2*).

4.2. ОДНОРАЗРЯДНЫЕ ЦИФРО-БУКВЕННЫЕ ИНДИКАТОРЫ С ВЫСОТОЙ ЦИФРЫ ДО 5 мм

АЛС314А, 3ЛС314А

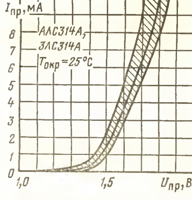
Одноразрядные цифро-буквенные индикаторы с высотой цифры 2,5 мм, из семи сегментов. Изготавливаются на основе планарных структур галлий — фосфор — мышьяк. Выпускаются в пластмассовом корпусе. Масса не более 0,25 г.

Маркируются цветными точками на корпусе: АЛС314А — двумя белыми; 3ЛС314А — тремя белыми.

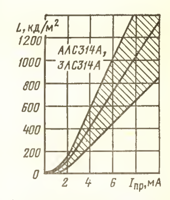


Электрические и световые параметры при $T_{окр}=25\ °C$

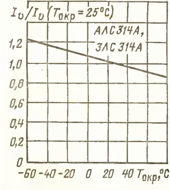
Яркость при $I_{пр}=5$ мА через каждый сегмент АЛС314А, не менее	350 кд/м²
Сила света при $I_{пр}=5$ мА через каждый сегмент 3ЛС314А, не менее	285 мккд
Цвет свечения	Красный
Постоянное прямое напряжение при $I_{пр}=5$ мА, не более	2 В
Максимум спектрального распределения излучения на длине волны	0,65 мкм
Разброс значений силы света элементов одной шкалы, не более	3 раза



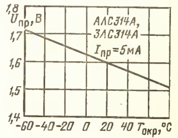
Вольт-амперная характеристика (показаны зона разброса и усредненная кривая)



Зависимость яркости от прямого тока (показаны зона разброса и усредненная кривая)



Зависимость силы света (в относительных единицах) от температуры окружающей среды



Зависимость прямого напряжения от температуры окружающей среды

Постоянный прямой ток через один сегмент:
- при $T_{окр} \leqslant 35$ °С . . . . 8 мА
- при $T_{окр} = 70$ °С . . . . 5 мА

Постоянный прямой ток через все сегменты индикатора:
- при $T_{окр} \leqslant 35$ °С . . . . 64 мА
- при $T_{окр} = 70$ °С . . . . 40 мА

Импульсный прямой ток через один сегмент:
- при $T_{окр} \leqslant 35$ °С . . . . 40 мА
- при $T_{окр} = 70$ °С . . . . 15 мА

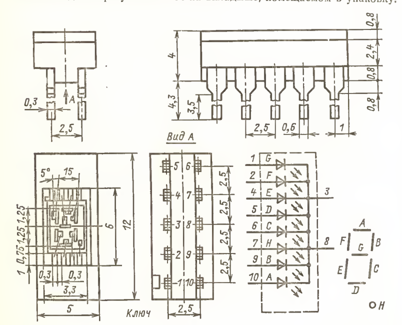
Обратное напряжение . . . . 5 В

Диапазон рабочей температуры окружающей среды . $-60 \div +70$ °С

АЛС339А, 3ЛС339А

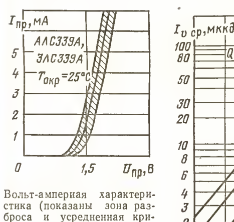
Одноразрядные цифро-буквенные индикаторы с высотой цифры 2,5 мм, из семи сегментов. Изготавливаются на основе эпитаксиально-планарных структур галлий — фосфор — мышьяк. Выпускаются в стеклокерамическом корпусе. Масса не более 3 г.

Тип индикатора указывается на вкладыше, помещаемом в упаковку.

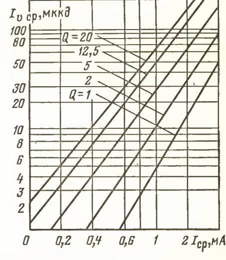


Электрические и световые параметры при $T_{окр} = 25\ °C$

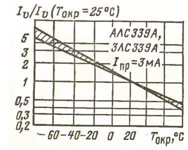
Сила света всех сегментов при $I_{пр} = 3$ мА через каждый сегмент, не менее	0,16 мкд
Цвет свечения	Красный
Постоянное прямое напряжение при $I_{пр} = 3$ мА, не более	1,9 В
Максимум спектрального распределения излучения на длине волны	0,65 мкм
Разброс значений силы света сегментов в одном индикаторе, не более	3 раза



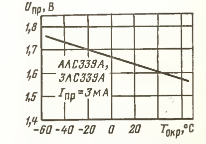
Вольт-амперная характеристика (показаны зона разброса и усредненная кривая)



Типовые зависимости силы света от среднего тока через сегмент при различных значениях скважности



Зависимость силы света (в относительных единицах) от температуры окружающей среды (показана зона разброса)



Зависимость прямого напряжения от температуры окружающей среды

Предельные эксплуатационные данные

Постоянный прямой ток через один сегмент:

при $T_{окр} \leqslant 35$ °C . . . . 5 мА

при $T_{окр} = 70$ °C . . . . 3 мА

Импульсный прямой ток через один сегмент при $\tau_и = 2{,}5$ мс и $Q > 12$:

при $T_{окр} \leqslant 35$ °C . . . . 60 мА

при $T_{окр} = 70$ °C . . . . 36 мА

Обратное постоянное напряжение . . . . 5 В

Мощность рассеяния индикатора:

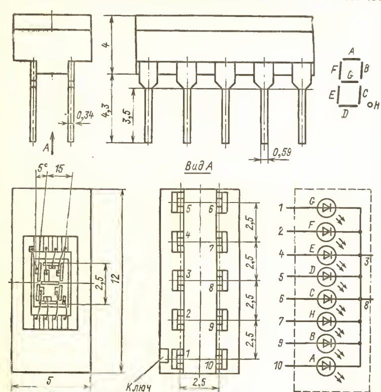
при $T_{окр} \leqslant 35$ °C . . . . 76 мВт

при $T_{окр} = 70$ °C . . . . 46 мВт

Диапазон рабочей температуры окружающей среды . −60 ÷ +70 °C

АЛС348А, 3ЛС348А

Одноразрядные цифровые индикаторы с высотой цифры 2,5 мм из семи сегментов с децимальной точкой. Изготавливаются на основе све-



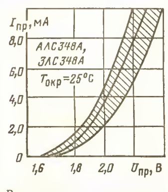
тодиодных структур галлий — фосфор по планарно-эпитаксиальной технологии. Выпускаются в стеклокерамическом корпусе. Масса не более 3 г.

Электрические и световые параметры при $T_{окр} = 25\,°C$

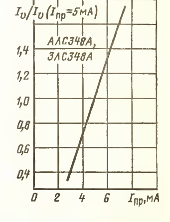
Сила света одного сегмента при $I_{пр} = 5$ мА, не менее:	
АЛС348А	160 мккд
3ЛС348А	100 мккд
Цвет свечения	Зеленый
Постоянное прямое напряжение при $I_{пр} = 5$ мА, не более	2,7 В
Максимум спектрального распределения излучения на длине волны	0,56 мкм
Разброс значений силы света сегментов в одном индикаторе, не более	3 раза

Предельные эксплуатационные данные

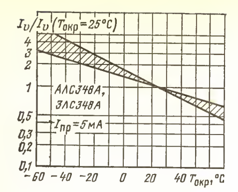
Постоянный прямой ток через один сегмент:	
при $T_{окр} \leqslant 35\,°C$	8 мА
при $T_{окр} = 70\,°C$	5 мА
Импульсный прямой ток через один сегмент при $\tau_{и} = 2{,}5$ мс, $Q \geqslant 8$:	
при $T_{окр} \leqslant 35\,°C$	64 мА
при $T_{окр} = 70\,°C$	40 мА
Мощность рассеяния индикатора:	
при $T_{окр} \leqslant 35\,°C$	170 мВт
при $T_{окр} = 70\,°C$	105 мВт
Постоянное обратное напряжение	5 В
Диапазон рабочей температуры окружающей среды	$-60 \div +70\,°C$

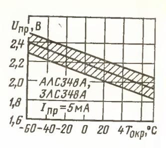


Вольт-амперная характеристика (показаны зона разброса и усредненная кривая)



Зависимость силы света (в относительных единицах) от прямого тока



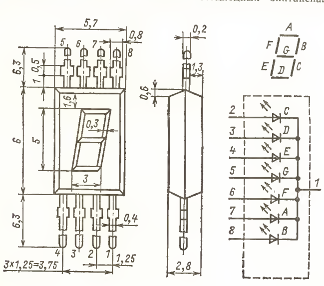


Зависимость силы света (в относительных единицах) от температуры окружающей среды (показана зона разброса)

Зависимость прямого напряжения от температуры окружающей среды (показаны зона разброса и усредненная кривая)

АЛС320(А, Б, В, Г, Д, Е), 3ЛС320(А, Б, В, Г, Д, Е)

Одноразрядные цифро-буквенные индикаторы с высотой цифры 5 мм из семи сегментов. Индикаторы АЛС320А, АЛС320Г, 3ЛС320А, 3ЛС320Г изготавливаются на основе светодиодных эпитаксиальных



структур галлий—фосфор—мышьяк, а АЛС320Б, АСЛ320В, АЛС320Д, АЛС320Е, 3ЛС320Б, 3ЛС320В, 3ЛС320Д, 3ЛС320Е иа основе структур галлий — фосфор.

Выпускаются в пластмассовом корпусе. Масса ие более 0,3 г.

Тип прибора определяется по цвету корпуса и цветным точкам.

Цвет корпуса: АЛС320А, АЛС320Г, 3ЛС320А, 3ЛС320Г — красиый; АЛС320Б, АЛС320В, 3ЛС320Б, 3ЛС320В — зелеиый; АЛС320Д, АЛС320Е, 3ЛС320Д, 3ЛС320Е — желтый.

Цветные точки иа корпусе: АЛС320А, АЛС320Б, АЛС320Д — точек не имеют; АЛС320В, АЛС320Г, АЛС320Е — одиа белая; 3ЛС320А, 3ЛС320Б, 3ЛС320Д — одиа белая н одиа желтая; 3ЛС320В, 3ЛС320Г, 3ЛС320Е — одиа белая и две желтые.

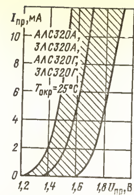
Электрические и световые параметры при $T_{окр}=25$ °C

Сила света одного сегмента при $I_{пр}=10$ мА, не менее:	
АЛС320А, 3ЛС320А, АЛС320Д, 3ЛС320Д	0,4 мкд
АЛС320Б, 3ЛС320Б	0,15 мкд
АЛС320В, 3ЛС320В	0,25 мкд
АЛС320Г, 3ЛС320Г	0,6 мкд
АЛС320Е, 3ЛС320Е	0,7 мкд
Цвет свечения:	
АЛС320А, АЛС320Г, 3ЛС320А, 3ЛС320Г	Красиый
АЛС320Б, АЛС320В, 3ЛС320Б, 3ЛС320В	Зеленый
АЛС320Д, АЛС320Е, 3ЛС320Д, 3ЛС320Е	Желтый
Постояииое прямое напряжение при $I_{пр}=10$ мА, не более:	
АЛС320А, АЛС320Г, 3ЛС320А, 3ЛС320Г	2 В
АЛС320Б, АЛС320В, 3ЛС320Б, 3ЛС320В	3 В
АЛС320Д, АЛС320Е, 3ЛС320Д, 3ЛС320Е	2,5 В
Максимум спектральиого распределеиия излучения на длиие волны:	
АЛС320А, АЛС320Г, 3ЛС320А, 3ЛС320Г	0,64—0,67 мкм
АЛС320Б, АЛС320В, 3ЛС320Б, 3ЛС320В	0,55—0,57 мкм
АЛС320Д, АЛС320Е, 3ЛС320Д, 3ЛС320Е	0 56—0,7 мкм

Примечаиие. Указвн допустимый разброс максимумов спектрвльного рвспределения излучения. Для индикаторов желтого цвета свечения укязаны два мвксимума: для красиой и зеленой полос; отношение их интсисивиостей находится в интервале 0,15—0,5.

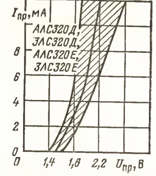
Предельные эксплуатационные данные

Постоянный прямой ток через один сегмеит:	
прн $T_{окр}\leqslant60$ °C	12 мА
при $T_{окр}=70$ °C	10 мА
Импульсный прямой ток через один сегмент прн $\tau_и=1$ мс, $Q=12$	60 мА
Постояииое обратиое напряжение:	
АЛС320А, 3ЛС320А, АЛС320Г, 3ЛС320Г	2 В
АЛС320Б, 3ЛС320Б, АЛС320В, 3ЛС320В, АЛС320Д, 3ЛС320Д, АЛС320Е, 3ЛС320Е	5 В
Диапазон рабочей температуры окружающей среды	$-60\div+70$ °C

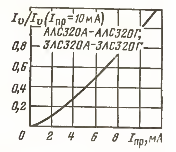


Вольт-амперная характеристика (показаны зона разброса и усредненная кривая)

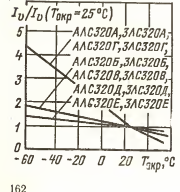
Вольт-амперная характеристика (показаны зона разброса и усредненная кривая)



Вольт-амперная характеристика (показаны зона разброса и усредненная кривая)



Зависимость силы света (в относительных единицах) от прямого тока

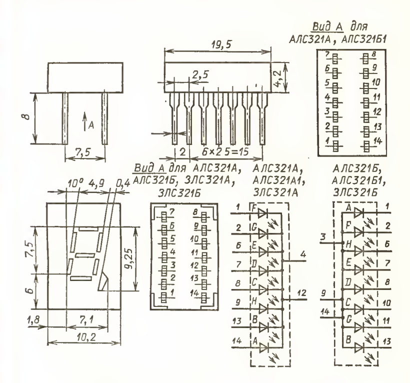


Зависимость силы света (в относительных единицах) от температуры окружающей среды

4.3. ОДНОРАЗРЯДНЫЕ ЦИФРО-БУКВЕННЫЕ ИНДИКАТОРЫ С ВЫСОТОЙ ЦИФРЫ БОЛЕЕ 5 мм

АЛС321(А, А1, Б, Б1), 3ЛС321(А, Б)

Одноразрядные цифро-буквенные индикаторы с высотой цифры 7,5 мм из семи сегментов и с децимальной точкой. Цвет свечения желто-зеленый. Изготавливаются из фосфида галлия по эпитаксиально-диффузионной технологии. Выпускаются в пластмассовом корпусе. Масса не более 2,5 г.



Электрические и световые параметры при $T_{окр}=25$ °C

Сила света одного сегмента при $I_{пр}=20$ мА, не менее . 0,12 мкд

Сила света децимальной точки при $I_{пр}=20$ мА, не менее:

АЛС321А, АЛС321А1, АЛС321Б, АЛС321Б1 . . 0,02 мкд

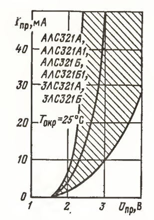
3ЛС321А, 3ЛС321Б . . . . 0,04 мкд

Постоянное прямое напряжение при $I_{пр}=20$ мА, не более . . . . 3,6 В

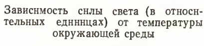
Максимум спектрального распределения излучения на длине волны:	
АЛС321А, АЛС321А1, АЛС321Б, АЛС321Б1 . .	0,56 мкм
3ЛС321А, 3ЛС321Б	0,55—0,61 мкм
Разброс значений силы света сегментов в одном индикаторе, не более	3 раза

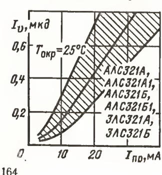
Предельные эксплуатационные данные

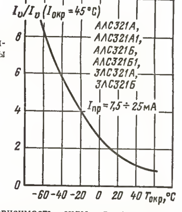
Постоянный прямой ток через один сегмент:	
при $T_{окр} \leqslant 35$ °С	25 мА
при $T_{окр} = 70$ °С	7,5 мА
Мощность рассеяния индикатора:	
при $T_{окр} \leqslant 35$ °С	720 мВт
при $T_{окр} = 70$ °С	210 мВт
Постоянное обратное напряжение	5 В
Диапазон рабочей температуры окружающей среды .	—60 ÷ +70 °С



Вольт-амперная характеристика (показаны зона разброса и усредненная кривая)


Зависимость силы света (в относительных единицах) от температуры окружающей среды

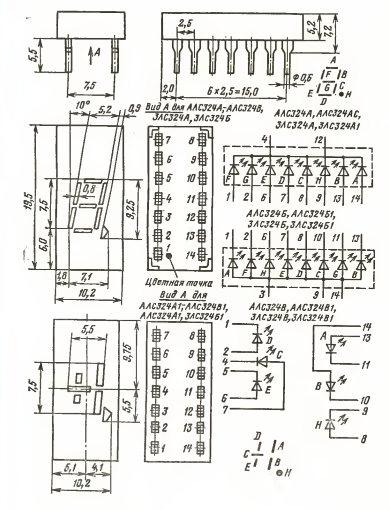




Зависимость силы света от прямого тока (показаны зона разброса и усредненная кривая)

АЛС324(А, А1, Б, Б1, В, В1), 3ЛС324(А, А1, Б, Б1, В, В1)

Одноразрядные цифро-буквенные индикаторы с высотой цифры 7,5 мм из семи сегментов с децимальной точкой (индикаторы АЛС324В, АЛС324В1, 3ЛС324В, 3ЛС324В1 предназначены для отображения знаков полярности и переполнения, состоят из трех сегментов, двух полусегментов и децимальной точки). Изготавливаются на основе светодиодных структур галлий — фосфор — мышьяк по эпитаксиально-диффузионной технологии. Выпускаются в пластмассовом корпусе. Масса не более 2,5 г.

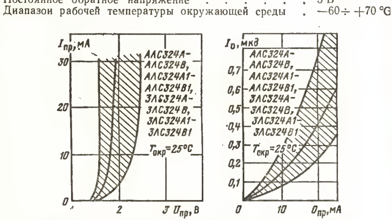


Электрические и световые параметры при $T_{окр}=25\ °C$

Сила света одного сегмента при $I_{пр}=20$ мА, не менее	0,15 мкд
Сила света децимальной точки при $I_{пр}=20$ мА, не менее:	
АЛС324А, АЛС324А1, АЛС324Б, АЛС324Б1, АЛС324В, АЛС324В1	0,05 мкд
3ЛС324А, 3ЛС324А1, 3ЛС324Б, 3ЛС324Б1, 3ЛС324В, 3ЛС324В1	0,08 мкд
Постоянное прямое напряжение при $I_{пр}=20$ мА, не более	2,5 В
Максимум спектрального распределения излучения на длине волны	0,65—0,67 мкм
Разброс значений силы света сегментов в одном индикаторе, не более	3 раза

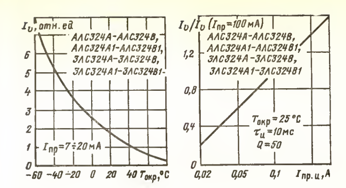
Предельные эксплуатационные данные

Постоянный прямой ток через один сегмент:	
при $T_{окр}\leqslant 35\ °C$	25 мА
при $T_{окр}=70\ °C$	7,5 мА
Импульсный прямой ток через один сегмент при $\tau_и=10$ мс, $I_{ср}\leqslant I_{пр\,max}$, $T_{окр}=70\ °C$	300 мА
Мощность рассеяния индикатора:	
при $T_{окр}\leqslant 35\ °C$:	
АЛС324А, АЛС324А1, АЛС324Б, АЛС324Б1	500 мВт
АЛС324В, АЛС324В1, 3ЛС324В, 3ЛС324В1	375 мВт
3ЛС324А, 3ЛС324А1, 3ЛС324Б, 3ЛС324Б1	600 мВт
при $T_{окр}=70\ °C$:	
АЛС324А, АЛС324А1, АЛС324Б, АЛС324Б1	150 мВт
АЛС324В, АЛС324В1, 3ЛС324В, 3ЛС324В1	112,5 мВт
3ЛС324А, 3ЛС324А1, 3ЛС324Б, 3ЛС324Б1	300 мВт
Постоянное обратное напряжение	5 В
Диапазон рабочей температуры окружающей среды	$-60 \div +70\ °C$



Вольт-амперная характеристика (показаны зона разброса и усредненная кривая)

Зависимость силы света от прямого тока (показаны зона разброса и усредненная кривая)

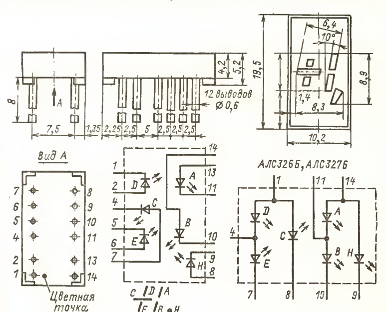


Зависимость силы света от температуры окружающей среды

Типовая зависимость силы света (в относительных единицах) от прямого импульсного тока

АЛС326(А, Б), АЛС327(А, Б)

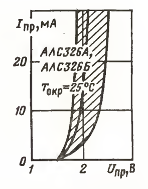
Одноразрядные индикаторы для отображения знаков полярности и переполнения. Состоят из трех сегментов, двух полусегментов и децимальной точки. Высота знака переполнения 7,5 мм. Изготавливаются на

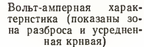


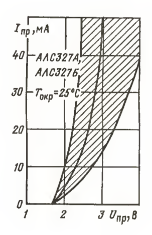
основе светодиодных структур галлий — фосфор — мышьяк по эпитаксиально-диффузионной технологии. Выпускаются в пластмассовом корпусе. Масса не более 2 г.

Электрические и световые параметры при $T_{окр}=25$ °C

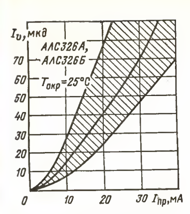
Сила света одного сегмента при $I_{пр}=20$ мА, не менее:	
АЛС326А, АЛС326Б	0,15 мкд
АЛС327А, АЛС327Б	0,12 мкд
Сила света децимальной точки при $I_{пр}=20$ мА, не менее:	
АЛС326А, АЛС326Б	0,08 мкд
АЛС327А, АЛС327Б	0 04 мкд
Постоянное прямое напряжение при $I_{пр}=20$ мА, не более:	
АЛС326А, АЛС326Б	2,5 В
АЛС327А, АЛС327Б	3,6 В
Цвет свечения:	
АЛС326А, АЛС326Б	Красный
АЛС327А, АЛС327Б	Желто-зеленый
Максимум спектрального распределения излучения на длине волны:	
АЛС326А, АЛС326Б	0,65—0,67 мкм
АЛС327А, АЛС327Б	0,55—0,61 мкм
Разброс значений силы света сегментов в одном индикаторе, не более	3 раза



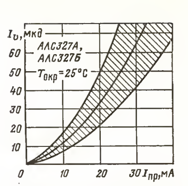

Вольт-амперная характеристика (показаны зона разброса и усредненная кривая)



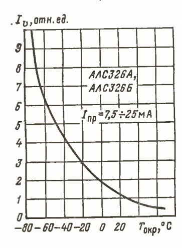
Вольт-амперная характеристика (показаны зона разброса и усредненная кривая)

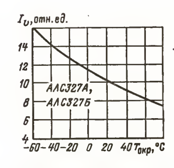


Зависимость силы света от прямого тока (показаны зона разброса и усредненная кривая)



Зависимость силы света от прямого тока (показаны зона разброса и усредненная кривая)





Типовая зависимость силы света (в относительных единицах) от температуры окружающей среды

Типовая зависимость силы света (в относительных единицах) от температуры окружающей среды

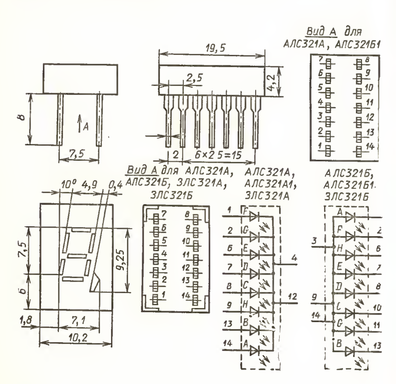
Предельные эксплуатационные данные

Постоянный прямой ток через один сегмент:
при $T_{окр} \leqslant 35$ °C . . . . 25 мА
при $T_{окр} = 70$ °C . . . . 7,5 мА
Импульсный прямой ток через один сегмент при $\tau_и = 10$ мс, $I_{ср} \leqslant I_{пр\,max}$ . . . . 300 мА

Мощность рассеяния индикатора:
при $T_{окр} \leqslant 35$ °С:
АЛС326А, АЛС326Б . . . . 375 мВт
АЛС327А, АЛС327Б . . . . 540 мВт
при $T_{окр} = 70$ °С:
АЛС326А, АЛС326Б . . . . 112,5 мВт
АЛС327А, АЛС327Б . . . . 162 мВт
Постоянное обратное напряжение . . . . . . 5 В
Диапазон рабочей температуры окружающей среды . −60 ÷ +70 °С

АЛС337(А, Б), АЛС342(А, Б), 3ЛС342(А, Б, В, Г)

Одноразрядные цифро-буквенные индикаторы с высотой цифры 7,5 мм из семи сегментов с децимальной точкой. Цвет свечения желтый. Изготавливаются на основе светодиодных структур галлий — фосфор — мышьяк по эпитаксиальной технологии. Выпускаются в пластмассовом корпусе. Масса не более 2,5 г.

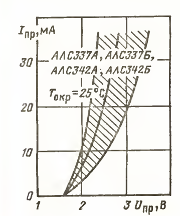


Электрические и световые параметры при $T_{окр}=25$ °С

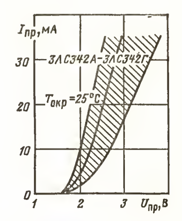
Сила света одного сегмента при $I_{пр}=20$ мА, не менее:	
АЛС337А, АЛС337Б, АЛС342А, АЛС342Б, 3ЛС342В, 3ЛС342Г	0,15 мкд
3ЛС342А, 3ЛС342Б	0,45 мкд
Постоянное прямое напряжение при $I_{пр}=20$ мА, не более	3,5 В
Сила света децимальной точки при $I_{пр}=20$ мА, не менее:	
АЛС337А, АЛС337Б, АЛС342А, АЛС342Б, 3ЛС342В, 3ЛС342Г	0,05 мкд
3ЛС342А, 3ЛС342Б	0,15 мкд
Максимум спектрального распределения излучения на длине волны	0,58 мкм
Разброс значений силы света сегментов в одном индикаторе, не более	3 раза

Предельные эксплуатационные данные

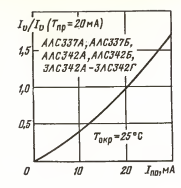
Постоянный прямой ток через один сегмент:	
при $T_{окр}\leqslant 35$ °С	25 мА
при $T_{окр}=70$ °С	7,5 мА
Импульсный прямой ток через один сегмент при $\tau_и=2{,}5$ мс, $I_{ср}\leqslant I_{пр\,max}$:	
при $T_{окр}\leqslant 35$ °С	200 мА
при $T_{окр}=70$ °С	60 мА
Мощность рассеяния индикатора:	
при $T_{окр}\leqslant 35$ °С	700 мВт
при $T_{окр}=70$ °С	180 мВт
Постоянное обратное напряжение	5 В
Диапазон рабочей температуры окружающей среды	$-60 \div +70$ °С

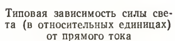


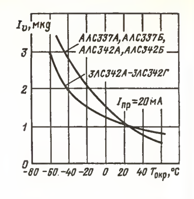
Вольт-амперная характеристика (показаны зона разброса и усредненная кривая)



Вольт-амперная характеристика (показаны зона разброса и усредненная кривая)




Типовая зависимость силы света (в относительных единицах) от прямого тока



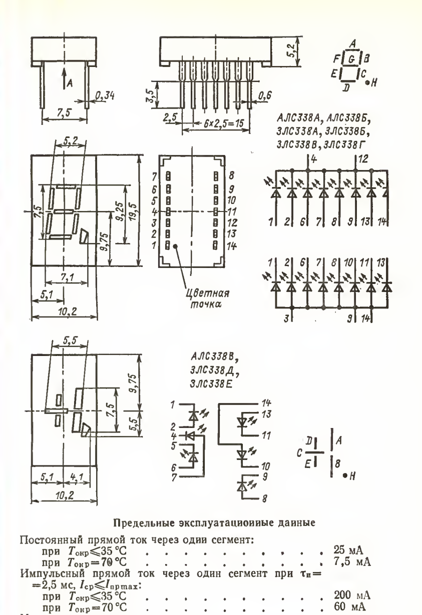
Типовые зависимости силы света от температуры окружающей среды

АЛС338(А, Б, В), 3ЛС338(А, Б, В, Г, Д, Е)

Одноразрядные цифро-буквенные индикаторы с высотой цифры 7,5 мм из семи сегментов с децимальной точкой (индикаторы АЛС338В, 3ЛС338Д, 3ЛС338Е предназначены для отображения знаков полярности и переполнения, состоят из трех сегментов, двух полусегментов и децимальной точки). Изготавливаются на основе светодиодных структур галлий — фосфор по эпитаксиальной технологии. Цвет свечения зеленый. Выпускаются в пластмассовом корпусе. Масса не более 2,5 г.

Электрические и световые параметры при $T_{окр}=25$ °C

Сила света одного сегмента при $I_{пр}=20$ мА, не менее:	
АЛС338А, АЛС338Б, АЛС338В, 3ЛС338В, 3ЛС338Г, 3ЛС338Е	0,15 мкд
3ЛС338А, 3ЛС338Б, 3ЛС338Д	0,45 мкд
Сила света полусегмента при $I_{пр}=20$ мА, не менее:	
АЛС338В, 3ЛС338Е	0,08 мкд
3ЛС338Д	0,23 мкд
Сила света децимальной точки при $I_{пр}=20$ мА, не менее:	
АЛС338А, АЛС338Б, АЛС338В, 3ЛС338В, 3ЛС338Г, 3ЛС338Е	0,05 мкд
3ЛС338А, 3ЛС338Б, 3ЛС338Д	0,15 мкд
Постоянное прямое напряжение при $I_{пр}=20$ мА, не более	3,5 В
Максимум спектрального распределения излучения на длине волны	0,56—0,58 мкм
Разброс значений силы света сегментов в одном индикаторе, не более	3 раза



Предельные эксплуатационные данные

Постоянный прямой ток через один сегмент:

при $T_{окр} \leqslant 35$ °С . . . . 25 мА

при $T_{окр} = 70$ °С . . . . 7,5 мА

Импульсный прямой ток через один сегмент при $\tau_и = 2{,}5$ мс, $I_{ср} \leqslant I_{пр\,max}$:

при $T_{окр} \leqslant 35$ °С . . . . 200 мА

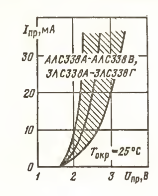
при $T_{окр} = 70$ °С . . . . 60 мА

Мощность рассеяния индикатора:

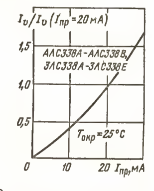
при $T_{окр} \leqslant 35$ °С:

АЛС338А, АЛС338Б, ЗЛС338А, ЗЛС338Б, ЗЛС338В, ЗЛС338Г . . . . 700 мВт

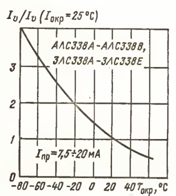
АЛС338В, 3ЛС338Д, 3ЛС338Е	525 мВт
при $T_{окр}=70$ °С:	
АЛС338А, АЛС338Б	143,5 мВт
АЛС338В, 3ЛС338Д, 3ЛС338Е	157,5 мВт
3ЛС338А, 3ЛС338Б, 3ЛС338В, 3ЛС338Г . . .	210 мВт
Постоянное обратное напряжение	5 В
Диапазон рабочей температуры окружающей среды .	—60÷+70 °С



Вольт-ампериая характернстика (показаиы зоиа разброса н усредненная кривая)



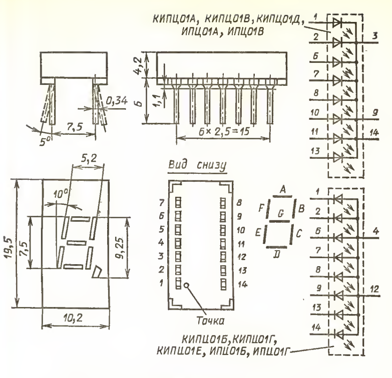
Завнснмость силы света (в относительных едииицах) от прямого тока



Зависимость снлы света (в относительных единицах) от температуры окружающей среды

КИПЦ01(А-1/7К, Б-1/7К, В-1/7К, Г-1/7К, Д-1/7К, Е-1/7К), ИПЦ01(А-1/7К, Б-1/7К, В-1/7К, Г-1/7К)

Одиоразрядиые цифровые нидикаторы с высотой цнфры 7 мм из семн сегмеитов с децимальной точкой. Изготавливаются иа основе светодиодных структур галлий — алюминий — мышьяк по диффузиоиио-эпитаксиальной технологии. Цвет свечеиня красный. Выпускаются в пластмассовых корпусах. Масса не более 2,5 г.



Электрические и световые параметры при $T_{окр}=25$ °С

Средняя сила света одного сегмента индикатора при $I_{пр}=20$ мА:
КИПЦ01А, КИПЦ01Б, КИПЦ01В, КИПЦ01Г, ИПЦ01А, ИПЦ01Б, ИПЦ01В, ИПЦ01Г и при $I_{пр}=5$ мА КИПЦ01Д, КИПЦ01Е, не менее:

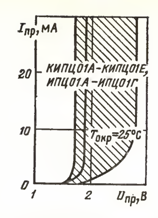
КИПЦ01А, КИПЦ01Б, ИПЦ01А, ИПЦ01Б	1 мкд
КИПЦ01В, КИПЦ01Г, ИПЦ01В, ИПЦ01Г	0,5 мкд
КИПЦ01Д, КИПЦ01Е	0,15 мкд

Сила света децимальной точки при $I_{пр}=20$ мА:
КИПЦ01А, КИПЦ01Б, КИПЦ01В, ИПЦ01А, ИПЦ01Б, ИПЦ01В, ИПЦ01Г и при $I_{пр}=5$ мА КИПЦ01Д, КИПЦ01Е, не менее:

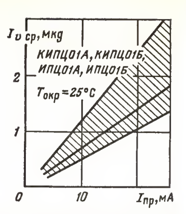
КИПЦ01А, КИПЦ01Б, ИПЦ01А, ИПЦ01Б	0,3 мкд
КИПЦ01В, КИПЦ01Г, ИПЦ01В, ИПЦ01Г	0,2 мкд
КИПЦ01Д, КИПЦ01Е	0,03 мкд

Максимум спектрального распределения излучения на длине волны . . . . . 0,67 мкд

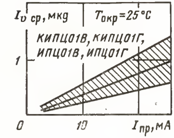
Постоянное прямое напряжение при $I_{пр}=20$ мА: КИПЦ01А, КИПЦ01Б, КИПЦ01В, КИПЦ01Г, ИПЦ01А, ИПЦ01Б, ИПЦ01В, ИПЦ01Г и при $I_{пр}=5$ мА КИПЦ01Д, КИПЦ01Е, не более:

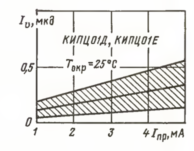


Вольт-амперная характеристика (показаны зона разброса и усредненная кривая)



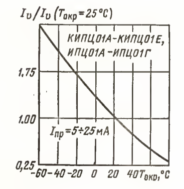
Зависимость силы света от прямого тока (показаны зона разброса и усредненная кривая)





Зависимость средней силы света одного сегмента от прямого тока (показаны зона разброса и усредненная кривая)

Зависимость силы света одного сегмента от прямого тока (показаны зона разброса и усредненная кривая)



Зависимость силы света (в относительных единицах) от температуры окружающей среды

КИПЦ01А, КИПЦ01Б, КИПЦ01В, КИПЦ01Г, ИПЦ01А, ИПЦ01Б, ИПЦ01В, ИПЦ01Г . . . . 3 В
КИПЦ01Д, КИПЦ01Е . . . . 2,5 В
Разброс значений силы света между сегментами индикатора, не более . . . . 3 раза

Предельные эксплуатационные данные

Постоянный или импульсный при $\tau_и > 10$ мс прямой ток через сегмент:
при $T_{окр} \leqslant 35$ °С . . . . 25 мА
при $T_{окр} = 70$ °С . . . . 7,5 мА
Импульсный прямой ток через сегмент при $\tau_и < 10$ мс, $Q = 120$:
при $T_{окр} \leqslant 35$ °С . . . . 180 мА
при $T_{окр} = 70$ °С . . . . 60 мА
Мощность рассеяния индикатора:
при $T_{окр} \leqslant 35$ °С . . . . 700 мВт
при $T_{окр} = 70$ °С . . . . 178 мВт
Постоянное обратное напряжение . . . . . . 6 В
Диапазон рабочей температуры окружающей среды . —60÷+70 °С

АЛС359(А, Б), 3ЛС359(А, А1, Б, Б1)

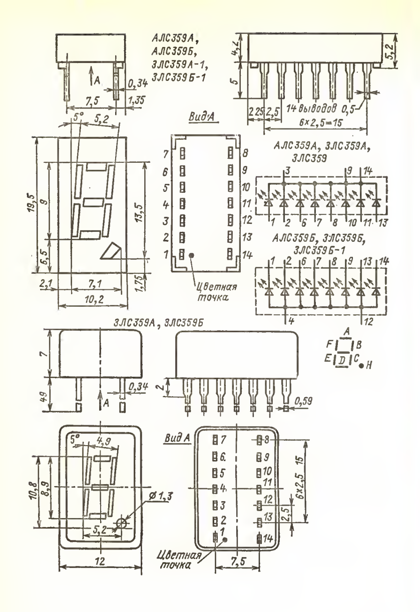
Одноразрядные цифровые индикаторы с высотой цифры 9 мм из семи сегментов. Изготавливаются на основе арсенидогаллиевых излучающих структур и антистоксовых люминофоров. Цвет свечения зеленый. Выпускаются в пластмассовых (АЛС359А, АЛС359Б, 3ЛС359А1, 3ЛС359Б1) и металлостеклянных (3ЛС359А, 3ЛС359Б) корпусах. Масса не более 3,5 г.

Электрические и световые параметры при $T_{окр} = 25$ °С

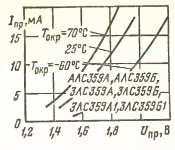
Сила света одного сегмента при $I_{пр} = 20$ мА, не менее . 0,2 мкд
Сила света децимальной точки при $I_{пр} = 20$ мА, не менее . 0,1 мкд
Постоянное прямое напряжение при $I_{пр} = 20$ мА, не более 2 В
Максимум спектрального распределения излучения на длине волны . . . . 0,56 мкм
Разброс значений силы света сегментов в одном индикаторе, не более . . . . 50 %

Предельные эксплуатационные данные

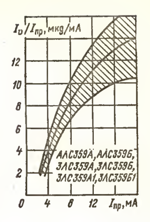
Постоянный или средний прямой ток через один сегмент при $T_{окр} = 70$ °С . . . . 22 мА
Импульсный прямой ток через один сегмент при $\tau_и = 3$ мс, $Q \geqslant 8$:
при $T_{окр} \leqslant 35$ °С . . . . 120 мА
при $T_{окр} = 70$ °С . . . . 80 мА
Мощность рассеяния индикатора . . . . . . 350 мВт
Постоянное обратное напряжение . . . . . . 3 В
Диапазон рабочей температуры окружающей среды . —60÷+70 °С



АЛС359А,
АЛС359Б,
3ЛС359А-1,
3ЛС359Б-1
Вид А
Цветная точка
АЛС359А, 3ЛС359А, 3ЛС359
АЛС359Б, 3ЛС359Б, 3ЛС359Б-1
14 выводов
6×2,5=15
3ЛС359А, 3ЛС359Б
Вид А
Цветная точка



Типовые вольт-амперные характеристики при различных значениях температуры



Зависимость силы света (в относительных единицах) от прямого тока (показаны зона разброса и усредненная кривая)

КИПЦ02(А-1/7КЛ, Б-1/7КЛ), ИПЦ02(А-1/7КЛ, Б-1/7КЛ)

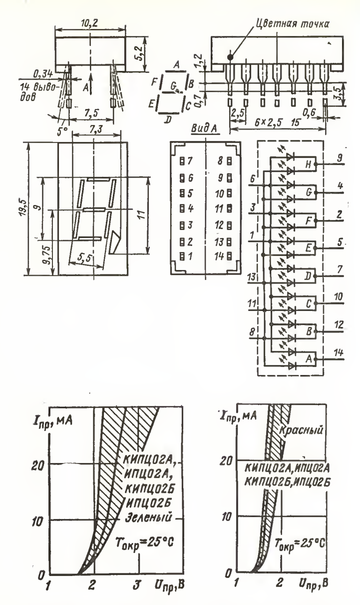
Одноразрядные цифровые индикаторы с управляемым цветом свечения (красный — зеленый), высотой цифры 9 мм из семи сегментов с децимальной точкой. Изготавливаются на основе светодиодных структур галлий — фосфор для красного цвета свечения и галлий — фосфор — мышьяк для зеленого цвета свечения по планарно-эпитаксиальной технологии. Выпускаются в пластмассовых корпусах. Масса не более 2,5 г.

Электрические и световые параметры при $T_{окр}$=25 °C

Средняя сила света одного сегмента индикатора при $I_{пр}$=20 мА, не менее:	
КИПЦ02А, ИПЦ02А	250 мккд
КИПЦ02Б, ИПЦ02Б	150 мккд
Сила света децимальной точки при $I_{пр}$=20 мА, не менее:	
КИПЦ02А, ИПЦ02А	80 мккд
КИПЦ02Б, ИПЦ02Б	50 мккд
Максимум спектрального распределения излучения на длине волны:	
красного	0,65 мкм
зеленого	0,57 мкм
Постоянное прямое напряжение при $I_{пр}$=20 мА, не более	3,5 В
Разброс значений силы света между сегментами индикатора, не более	3 раза

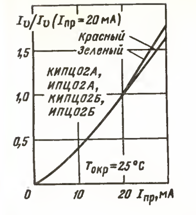
Предельные эксплуатационные данные

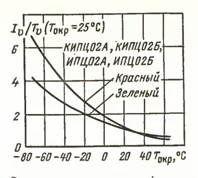
Постоянный прямой ток через сегмент:	
при $T_{окр} \leqslant 35$ °C	25 мА
при $T_{окр}$=70 °C	7,5 мА
Импульсный прямой ток через сегмент при $\tau_и < 10$ мс:	
при $T_{окр} \leqslant 35$ °C	180 мА
при $T_{окр}$=70 °C	60 мА



Вольт-амперная характеристика (показаны зона разброса и усредненная кривая)

Вольт-амперная характеристика (показаны зона разброса и усредненная кривая)





Зависимость силы света (в относительных единицах) от температуры окружающей среды

Зависимость силы света (в относительных едииицах) от прямого тока

Мощность рассеяния индикатора:
- при $T_{окр} \leqslant 35$ °С . . . . 700 мВт
- при $T_{окр} = 70$ °С . . . . 200 мВт

Постоянное обратное напряжение . . . . . . 5 В
Диапазон рабочей температуры окружающей среды . −60÷+70 °С

АЛС333(А, Б, В, Г), АЛС334(А, Б, В, Г), АЛС335(А, Б, В, Г)

Одноразрядные цифро-буквеииые индикаторы с высотой цифры 11 мм нз семи сегмеитов. Изготавливаются на основе светодиодных структур галлий — фосфор — мышьяк (АЛС333А, АЛС333Б, АЛС333В, АЛС333Г) и из фосфида галлия (АЛС334А, АЛС334Б, АЛС334В, АЛС334Г, АЛС335А, АЛС335Б, АЛС335В, АЛС335Г) по эпитаксиально-диффузионной технологии. Выпускаются в пластмассовом корпусе. Масса не более 2,6 г.

Электрические и световые параметры при $T_{окр}=25$ °С

Сила света одного сегмента при $I_{пр}=20$ мА, не менее:
- АЛС333А, АЛС333Б, АЛС334А, АЛС334Б . . . 0,2 мкд
- АЛС333В, АЛС333Г, АЛС334В, АЛС334Г, АЛС335В, АЛС335Г . . . . 0,15 мкд
- АЛС335А, АЛС335Б . . . . 0,25 мкд

Цвет свечения:
- АЛС333А, АЛС333Б, АЛС333В, АЛС333Г . . . Красный
- АЛС334А, АЛС334Б, АЛС334В, АЛС334Г . . . Желтый
- АЛС335А, АЛС335Б, АЛС335В, АЛС335Г . . . Зеленый

Постоянное прямое иапряжение при $I_{пр}=20$ мА, ие более:
- АЛС333А, АЛС333Б, АЛС333В, АЛС333Г . . . 2 В
- АЛС334А, АЛС334Б, АЛС334В, АЛС334Г . . . 3,3 В
- АЛС335А, АЛС335Б, АЛС335В, АЛС335Г . . . 3,5 В

Максимум спектрального распределения излучения на длине волны:

АЛС333А, АЛС333Б, АЛС333В, АЛС333Г . . .	0,65—0,67 мкм
АЛС334А, АЛС334Б, АЛС334В, АЛС334Г . . .	0,58—0,59 мкм
АЛС335А, АЛС335Б, АЛС335В, АЛС335Г . . .	0,56—0,57 мкм

Разброс значений силы света сегментов в одном индикаторе, не более . . . . 3 раза

Сила света децимальной точки, не менее:

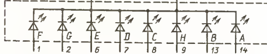
АЛС333В, АЛС333Г, АЛС334В, АЛС334Г, АЛС335В, АЛС335Г	0,08 мкд
АЛС333А, АЛС333Б, АЛС334А, АЛС334Б	0,1 мкд
АЛС335А, АЛС335Б	0,12 мкд

Примечание. Сила света сегмента определяется как среднее по всем сегментам индикатора.

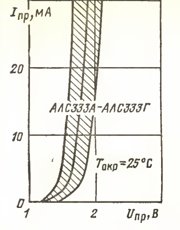
Вид А

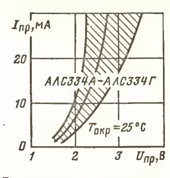
Цветная точка

АЛС333А, АЛС333В; АЛС334А, АЛС334В; АЛС335А, АЛС335В



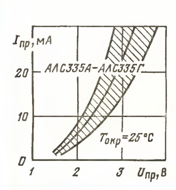
АЛС333Б, АЛС333Г; АЛС334Б, АЛС334Г; АЛС335Б, АЛС335Г



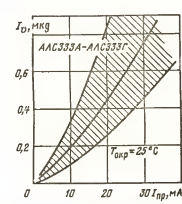


Вольт-амперная характернстнка (показаны зона разброса н усредненная крнвая)

Вольт-амперная характернстнка (показаны зона разброса и усредненная крнвая)



Вольт-амперная характеристнка (показаны зона разброса н усредненная крнвая)



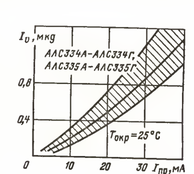
Завнснмость снлы света от прямого тока (показаны зона разброса н усредненная крнвая)

Предельные эксплуатационные данные

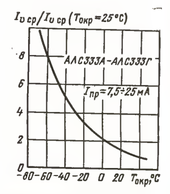
Постоянный нли средний прямой ток через один сегмент:
прн $T_{окр} \leqslant 35$ °C . . . . 25 мА
прн $T_{окр} = 70$ °C . . . . 7,5 мА
Мощность рассеяння индикатора:
прн $T_{окр} \leqslant 35$ °C:
АЛС333А, АЛС333Б, АЛС333В, АЛС333Г . . 400 мВт

АЛС334А, АЛС334Б, АЛС334В, АЛС334Г,
АЛС335А, АЛС335Б, АЛС335В, АЛС335Г . . 660 мВт
при $T_{окр}=70$ °С.
АЛС333А, АЛС333Б, АЛС333В, АЛС333Г . . .
АЛС335А, АЛС335Б, АЛС335В, АЛС335Г . . 90 мВт
АЛС334А, АЛС334Б, АЛС334В, АЛС334Г . . 168 мВт
Обратное напряжение . . . . 5 В
Диапазон рабочей температуры окружающей среды . $-60 \div +70$° С

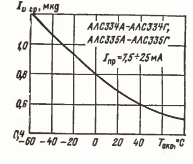
Примечание. Допускается использовать индикаторы в импульсном режиме при токе в импульсе не более 200 мА и $\tau_и=2{,}5$ мс.



Зависимость силы света от прямого тока (показаны зона разброса и усредненная кривая)



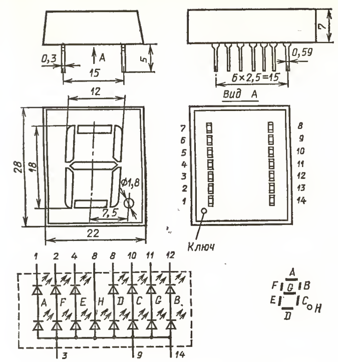
Зависимость силы света (в относительных единицах) от температуры окружающей среды



Зависимость силы света (в относительных единицах) от температуры окружающей среды

КЛЦ201(А, Б), КЛЦ202А

Одноразрядные цифро-буквенные индикаторы с высотой цифры 18 мм из семи сегментов. Изготавливаются на основе светодиодных структур галлий — фосфор — мышьяк по эпитаксиально-диффузионной технологии. Выпускаются в пластмассовом корпусе. Масса не более 10 г.



Электрические и световые параметры при $T_{окр}=25\,°C$

Сила света одного сегмента при $I_{пр}=20$ мА, не менее:	
КЛЦ201А	2 мкд
КЛЦ201Б, КЛЦ202А	0,5 мкд
Цвет свечения	Красный
Постоянное прямое напряжение при $I_{пр}=20$ мА, не более	4 В
Максимум спектрального распределения излучения на длине волны	0,65 мкм
Разброс значений силы света сегментов в одном индикаторе, не более	3 раза
Сила света децимальной точки, не менее:	
КЛЦ201А	0,1 мкд
КЛЦ201Б, КЛЦ202А	0,07 мкд

Примечание. Сила света сегмента определяется как среднее по всем сегментам индикатора.

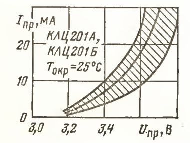
Предельные эксплуатационные данные

Постоянный или средний прямой ток через один сегмент:	
при $T_{окр}\leqslant 35\,°C$	25 мА
при $T_{окр}=70\,°C$	7,5 мА

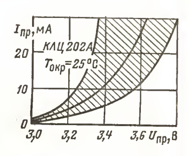
Мощность рассеяния индикатора:

при $T_{окр} \leqslant 35\,°C$	750 Вт
при $T_{окр} = 70\,°C$	150 Вт
Постоянное обратное напряжение	10 В
Диапазон рабочей температуры окружающей среды .	$-25 \div +70\,°C$

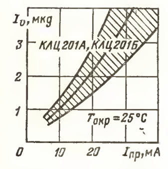
Примечание. Допускается использование индикаторов в импульсном режиме при токе в импульсе не более 200 мА и $\tau_и = 2{,}5$ мс.



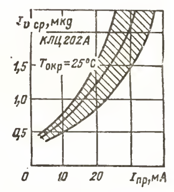
Вольт-амперная характеристика (показаны зона разброса и усредненная кривая)



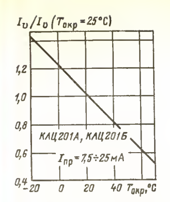
Вольт-амперная характеристика (показаны зона разброса и усредненная кривая)

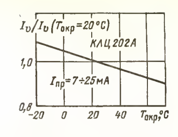


Зависимость силы света от прямого тока (показаны зона разброса и усредненная кривая)



Зависимость силы света от прямого тока (показаны зона разброса и усредненная кривая)



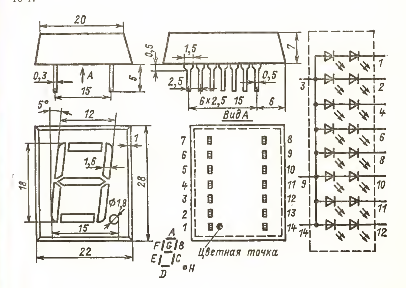


Зависимость силы света (в относительных единицах) от температуры окружающей среды

Зависимость силы света (в относительных единицах) от температуры окружающей среды

КЛЦ302(А, Б)

Одноразрядные цифровые индикаторы с высотой цифры 18 мм из семи сегментов с децимальной точкой. Изготавливаются на основе светодиодных структур галлий — фосфор по эпитаксиально-диффузионной технологии. Выпускаются в пластмассовых корпусах. Масса не более 10 г.



Электрические и световые параметры при $T_{окр}=25$ °C

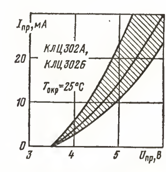
Средняя по индикатору сила света одного сегмента при $I_{пр}=20$ мА, не менее:	
КЛЦ302А	2 мкд
КЛЦ302Б	0,5 мкд
Сила света децимальной точки при $I_{пр}=20$ мА, не менее:	
КЛЦ302А	0,1 мкд
КЛЦ302Б	0,07 мкд
Цвет свечения	Зеленый
Постоянное прямое напряжение на сегменте при $I_{пр}=20$ мА, не более	6 В
Постоянное прямое напряжение на децимальной точке при $I_{пр}=20$ мА, не более	3,5 В
Максимум спектрального распределения излучения на длине волны	0,56 мкм
Разброс значений силы света сегментов одного индикатора, не более	3 раза

Предельные эксплуатационные данные

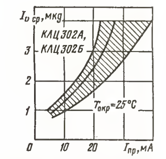
Постоянный прямой ток через один сегмент:	
при $T_{окр}\leqslant 35$ °C	25 мА
при $T_{окр}=70$ °C	7,5 мА
Мощность рассеяния индикатора:	
при $T_{окр}\leqslant 35$ °C	1130 мВт
при $T_{окр}=70$ °C	320 мВт
Постоянное обратное напряжение	10 В
Диапазон рабочей температуры окружающей среды	$-25\div+70$°C

Примечание. Допускается применение индикаторов в импульсном режиме при $I_{пр max}\leqslant 200$ мА при $\tau_и=2{,}5$ мс и непревышении среднего тока, определяемого по формуле

$$I_{пр.ср}=I_{пр\ max}-0{,}06\ (I_{пр.и}-I_{пр\ max}).$$

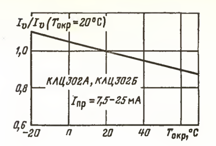


Вольт-амперная характеристика (показаны зона разброса и усредненная кривая)



Зависимость средней силы света сегмента от прямого тока (показаны зона разброса и усредненная кривая)

Зависимость силы света (в относительных единицах) от температуры окружающей среды



КЛЦ401А, КЛЦ402(А, Б)

Одноразрядные цифро-буквенные индикаторы с высотой цифры 18 мм из семи сегментов. Изготавливаются на основе светодиодных структур галлий — фосфор — мышьяк (КЛЦ401А) и из фосфида галлия (КЛЦ402А, КЛЦ402Б) по эпитаксиально-диффузионной технологии. Выпускаются в пластмассовом корпусе. Масса не более 10 г.

Электрические и световые параметры при $T_{окр}=25°$ С

Сила света одного сегмента при $I_{пр}=20$ мА, не менее:
- КЛЦ401А, КЛЦ402Б . . . . 0,5 мкд
- КЛЦ402А . . . . 2 мкд

Постоянное прямое напряжение при $I_{пр}=20$ мА, не более:
- КЛЦ401А, КЛЦ402Б . . . . 6 В
- КЛЦ402А . . . . 4 В

Цвет свечения . . . . Желтый

Максимум спектрального распределения излучения на длине волны (два максимума) . . . . . . 0,7 и 0,57 мкм

Разброс значений силы света сегментов в одном индикаторе, не более . . . . 3 раза

Сила света децимальной точки, не менее:
- КЛЦ401А, КЛЦ402Б . . . . 0,07 мкд
- КЛЦ402А . . . . 0,1 мкд

Примечание. Сила света сегмента определяется как среднее по всем сегментам индикатора.

Предельные эксплуатационные данные

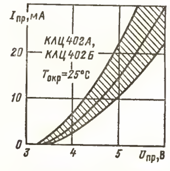
Постоянный или средний прямой ток через один сегмент:
- при $T_{окр}\leqslant35$ °С . . . . 25 мА
- при $T_{окр}=70$ °С . . . . 7,5 мА

Мощность рассеяния индикатора:
- при $T_{окр}\leqslant35$ °С:
  - КЛЦ401А, КЛЦ402А, КЛЦ402Б . . . . . . 1130 мВт
- при $T_{окр}=70$ °С:
  - КЛЦ401А . . . . 540 мВт
  - КЛЦ402А, КЛЦ402Б . . . . 320 мВт

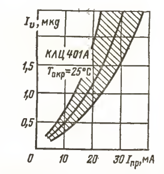
Постоянное обратное напряжение . . . . . . 10 В

Диапазон рабочей температуры окружающей среды . $-25 \div +70$ °С

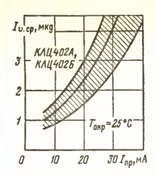
Примечание. Допускается использование индикаторов в импульсном режиме при токе в импульсе не более 200 мА и $\tau_и=2,5$ мс.



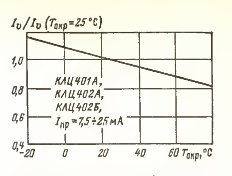
Вольт-амперная характеристика (показаны зона разброса и усредненная кривая)



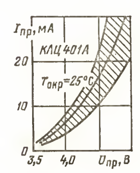
Зависимость силы света от прямого тока (показаны зона разброса и усредненная кривая)

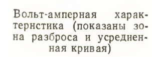


Зависимость средней силы света сегмента от прямого тока (показаны зона разброса и усредненная кривая)



Зависимость силы света (в относительных единицах) от температуры окружающей среды




Вольт-амперная характеристика (показаны зона разброса и усредненная кривая)

КИПЦ04А-1/8К

Одноразрядные цифровые индикаторы с высотой цифры 18 мм из семи сегментов с децимальной точкой. Изготавливаются на основе светоизлучающих структур галлий — алюминий — мышьяк по диффузионно-эпитаксиальной технологии. Цвет свечения красный. Выпускаются в пластмассовых корпусах. Масса не более 20 г.

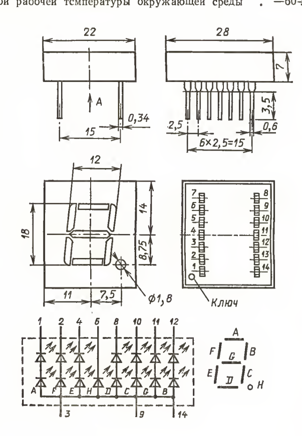
Электрические и световые параметры при $T_{окр}=25$ °С

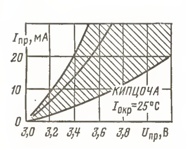
Средняя сила света одного сегмента при $I_{пр}=20$ мА, не менее . . . . 2 мкд
Сила света децимальной точки при $I_{пр}=20$ мА, не менее . 0,4 мкд
Максимум спектрального распределения излучений на длине волны . . . . 0,67 мкм
Постоянное прямое напряжение:

на сегменте при $I_{пр}$=20 мА, не более . . . . . . 4,2 В
на децимальной точке при $I_{пр}$=20 мА, не более . . 2,5 В
Разброс значений силы света между сегментами индикатора, не более . . . . 3 раза

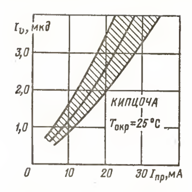
Предельные эксплуатационные данные

Постоянный прямой ток через сегмент:
при $T_{окр} \leqslant 35$ °С . . . . 25 мА
при $T_{окр}=70$ °С . . . . 7,5 мА
Импульсный прямой ток через сегмент:
при $\tau_и \leqslant 10$ мс . . . . 180 мА
при $T_{окр} \leqslant 35$ °С . . . . 60 мА
Мощность рассеяния индикатора:
при $T_{окр} \leqslant 35$ °С . . . . 787 мВт
при $T_{окр}=70$ °С . . . . 225 мВт
Постоянное обратное напряжение . . . . 10 В
Диапазон рабочей температуры окружающей среды . −60÷+70 °С



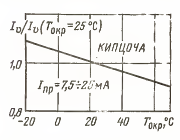


Вольт-амперная характеристика (показаны зона разброса и усредненная кривая)



Зависимость силы света сегмента от прямого тока (показаны зона разброса и усредненная кривая)

Зависимость силы света (в относительных единицах) от температуры окружающей среды



4.4. ОДНОРАЗРЯДНЫЕ МНОГОЭЛЕМЕНТНЫЕ ЦИФРО-БУКВЕННЫЕ ИНДИКАТОРЫ С ВЫСОТОЙ ЦИФРЫ БОЛЕЕ 5 мм

АЛС340(А, А1), ЗЛС340А, АЛС357А, ЗЛС357А

Одноразрядные цифро-буквенные индикаторы с высотой цифры 9 мм из 35 элементов в индикаторе с левой децимальной точкой. Изготавливаются на основе светодиодных структур галлий — фосфор — мышьяк по эпитаксиально-диффузионной технологии. Выпускаются в пластмассовом корпусе. Масса не более 3,5 г.

Электрические и световые параметры при $T_{окр}=25$ °С

Средняя по индикатору сила света одного элемента при $I_{пр}=10$ мА, не менее:
- АЛС340А, АЛС340А1, ЗЛС340А . . . . 125 мккд
- АЛС357А, ЗЛС357А . . . . 40 мккд

Цвет свечения:
- АЛС340А, АЛС340А1, ЗЛС340А . . . . Красный

АЛС357А, 3ЛС357А . . . . Желтый

Постоянное прямое напряжение при $I_{пр}=10$ мА, не более:

АЛС340А, АЛС340А1, 3ЛС340А . . . . 2,5 В

АЛС357А, 3ЛС357А . . . . 4 В

Максимум спектрального распределения на длине волны:

АЛС340А, АЛС340А1, 3ЛС340А . . . . 0,65 мкм

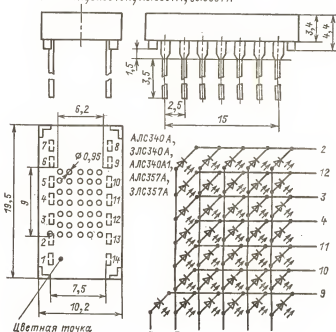
АЛС357А, 3ЛС357А . . . . 0,58 мкм

Разброс значений силы света элементов в одном индикаторе, не более . . . . 4 раза

Сила света децимальной точки при $I_{пр}=10$ мА, не менее:

АЛС340А, АЛС340А1, 3ЛС340А . . . . 60 мккд

АЛС357А, 3ЛС357А . . . . 20 мккд



Предельные эксплуатационные данные

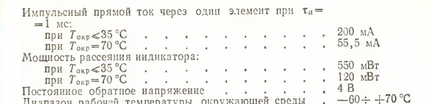
Постоянный или средний прямой ток через один элемент:

при $T_{окр} \leq 35$ °С:

АЛС340А, АЛС340А1, 3ЛС340А . . . . . . 11 мА

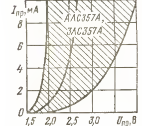
АЛС357А, 3ЛС357А . . . . 10 мА

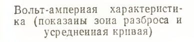
при $T_{окр}=70$ °С . . . . 3 мА

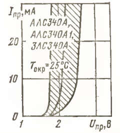


Импульсный прямой ток через один элемент при $\tau_и = 1$ мс:

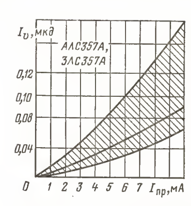
при $T_{окр} \leqslant 35$ °C	200 мА
при $T_{окр} = 70$ °C	55,5 мА
Мощность рассеяния индикатора:	
при $T_{окр} \leqslant 35$ °C	550 мВт
при $T_{окр} = 70$ °C	120 мВт
Постоянное обратное напряжение	4 В
Диапазон рабочей температуры окружающей среды	$-60 \div +70$ °C

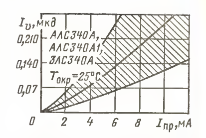



Вольт-амперная характеристика (показаны зона разброса и усредненная кривая)



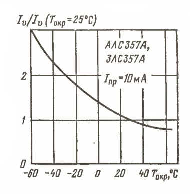
Вольт-амперная характеристика (показаны зона разброса и усредненная кривая)



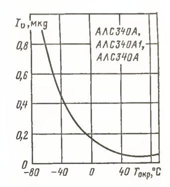


Зависимость силы света элемента от прямого тока (показаны зона разброса и усредненная кривая)

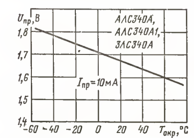
Зависимость силы света элемента от прямого тока (показаны зона разброса и усредненная кривая)



Типовая зависимость силы света (в относительных единицах) от температуры окружающей среды



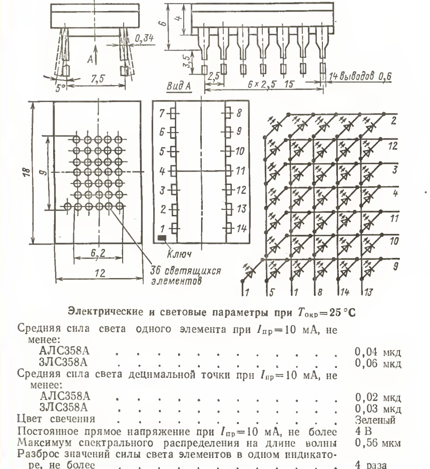
Типовая зависимость силы света от температуры окружающей среды



Типовая зависимость прямого напряжения от температуры окружающей среды

АЛС358А, 3ЛС358А

Одноразрядные цифро-буквенные индикаторы с высотой цифры 9 мм из 35 элементов в индикаторе с левой децимальной точкой. Изготавливаются на основе светодиодных структур галлий — фосфор по эпитаксиально-диффузионной технологии. Выпускаются в стеклокерамическом корпусе. Масса не более 3,5 г.



Электрические и световые параметры при $T_{окр}=25\,°C$

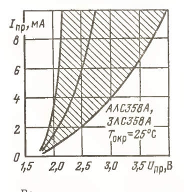
Средняя сила света одного элемента при $I_{пр}=10$ мА, не менее:	
АЛС358А	0,04 мкд
3ЛС358А	0,06 мкд
Средняя сила света децимальной точки при $I_{пр}=10$ мА, не менее:	
АЛС358А	0,02 мкд
3ЛС358А	0,03 мкд
Цвет свечения	Зеленый
Постоянное прямое напряжение при $I_{пр}=10$ мА, не более	4 В
Максимум спектрального распределения на длине волны	0,56 мкм
Разброс значений силы света элементов в одном индикаторе, не более	4 раза

Предельные эксплуатационные данные

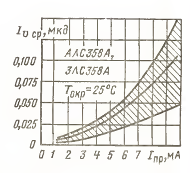
Постоянный или средний ток через один элемент:	
при $T_{окр}\leqslant 35\,°C$	10 мА
при $T_{окр}=70\,°C$	3 мА

Импульсный прямой ток через один элемент при $\tau_и = 20$ мс:

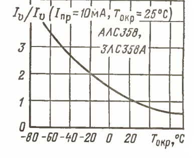
при $T_{окр} \leqslant 35$ °C	280 мА
при $T_{окр} = 70$ °C	85 мА
Мощность рассеяния индикатора:	
при $T_{окр} \leqslant 35$ °C	550 мВт
при $T_{окр} = 70$ °C	120 мВт
Постоянное обратное напряжение	4 В
Диапазон рабочей температуры окружающей среды	$-60 \div +70$ °C



Вольт-амперная характеристика (показаны зона разброса и усредненная кривая)



Зависимость средней силы света элемента от прямого тока (показаны зона разброса и усредненная кривая)

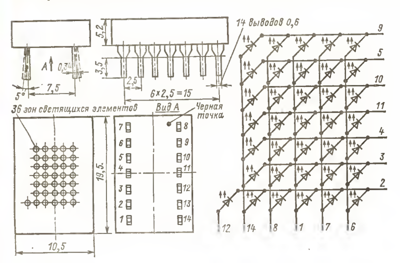


Зависимость силы света (в относительных единицах) от температуры окружающей среды

АЛС363А, 3ЛС363А

Одноразрядные цифро-буквенные индикаторы с высотой цифры 9 мм из 35 элементов в индикаторе с левой децимальной точкой. Изготавливаются на основе излучающих структур галлий — мышьяк и антистоксовых люминофоров, преобразующих энергию инфракрасного излу-

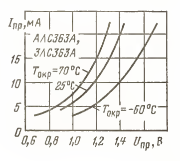
чения в видимый свет. Выпускаются в пластмассовом корпусе. Масса не более 3 г. Цвет маркировочных знаков на боковой поверхности индикатора АЛС363А — белый.

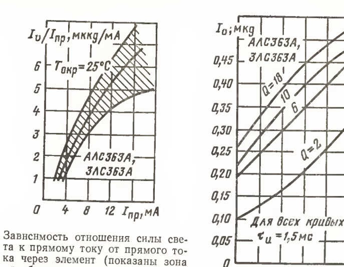


Электрические и световые параметры при $T_{окр}=25\,°C$

Средняя по индикатору сила света одного элемента при $I_{пр}=20$ мА, не менее	0,1 мкд
Цвет сечения	Зеленый
Постоянное прямое напряжение при $I_{пр}=20$ мА, не более	2 В
Максимум спектрального распределения на длине волны	0,55 мкм
Разброс значений силы света элементов в одном индикаторе, не более	4 раза
Сила света децимальной точки при $I_{пр}=20$ мА, не менее	0,075 мкд

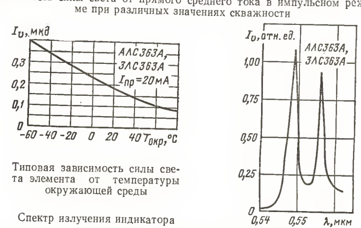
Типовые вольт-амперные характеристики при различных температурах окружающей среды





Завнсимость отношения силы света к прямому току от прямого тока через элемент (показаны зона разброса и усредненная кривая)

Зависимость силы света от прямого среднего тока в импульсном режиме при различных значениях скважности



Типовая зависимость силы света элемента от температуры окружающей среды

Спектр излучения индикатора

Предельные эксплуатационные данные

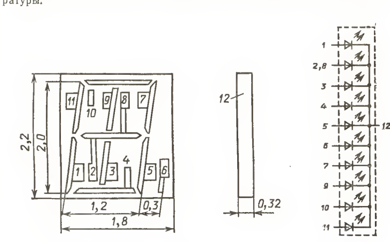
Импульсный прямой ток через один элемент при $\tau_и = 1 \div 3$ мс и скважности, равной 7:

при $T_{окр} \leqslant 35$ °С	70 мА
при $T_{окр} = 70$ °С	52,5 мА
Мощность рассеяния индикатора:	
прн $T_{окр} \leqslant 35$ °С	720 мВт
при $T_{окр} = 70$ °С	540 мВт
Постоянное обратное напряжение	2 В
Диапазон рабочей температуры окружающей среды	$-60 \div +70$ °С

4.5. БЕСКОРПУСНЫЕ ЦИФРОВЫЕ ИНДИКАТОРЫ АЛС323А-5

Одноразрядные цифровые индикаторы бескорпусные с высотой цифры 2 мм из девяти сегментов. Изготавливаются на основе светодиодных структур галлий — фосфор — мышьяк. Выпускаются в виде кристаллов с контактными площадками. Масса не более 0,01 г.

Предназначаются для применения в электронных часах, а также в гибридных интегральных микросхемах и герметичных блоках аппаратуры.



Электрические и световые параметры при $T_{окр}=25\,°C$

Средняя по индикатору сила света одного сегмента при $I_{пр}=3$ мА, не менее	50 мккд
Цвет свечения	Красный
Постоянное напряжение при $I_{пр}=3$ мА, не более	1,65 В
Максимум спектрального распределения излучения на длине волны	0,66 мкм
Разброс значений силы света сегментов одного индикатора, не более	2 раза

Предельные эксплуатационные данные

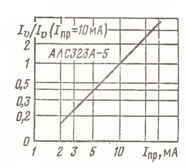
Постоянный или средний прямой ток через один сегмент при $T_{окр}\leqslant 35\,°C$	4 мА
Импульсный прямой ток через один сегмент при $T_{окр}\leqslant 35\,°C$	20 мА
Постоянное обратное напряжение	5 В
Диапазон рабочей температуры окружающей среды	$-10 \div +60\,°C$

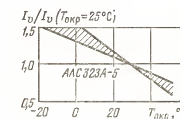
Типовая вольт-амперная характеристика

Типовая зависимость силы света сегмента (в относительных единицах) от прямого тока

Зависимость силы света (в относительных единицах) от температуры окружающей среды (показана зона разброса)







КЛЦ301А-5, АЛС322А-5

Одноразрядные цифровые индикаторы бескорпусные с высотой цифры 2,6 мм из девяти сегментов. Изготавливаются на основе светодиодных структур галлий — фосфор (КЛЦ301А-5) и галлий — фосфор — мышьяк (АЛС322А-5). Выпускаются в виде кристаллов с контактными площадками. Масса не более 0,01 г.

Предназначены для применения в электронных часах, а также в гибридных интегральных микросхемах и герметичных блоках аппаратуры.

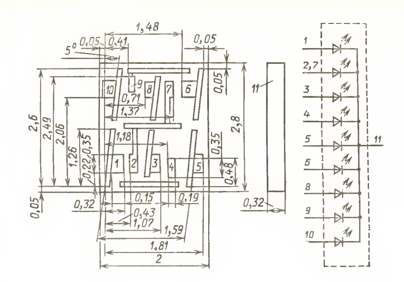
Электрические и световые параметры при $T_{окр} = 25\,°C$

Средняя по индикатору сила света одного сегмента при $I_{пр} = 5$ мА, не менее:

КЛЦ301А-5	20 мккд
АЛС322А-5	60 мккд

Цвет свечения:

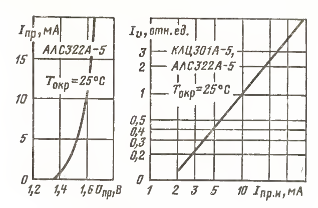
КЛЦ301А-5	Зеленый



АЛС322А-5	Красный
Постоянное прямое напряжение при $I_{пр}$=5 мА, не более:	
КЛЦ301А-5	2,5 В
АЛС322А-5	1,65 В
Максимум спектрального распределения излучения на длине волны	0,66 мкм
Разброс значений силы света сегментов одного индикатора:	
КЛЦ301А-5	3 раза
АЛС322А-5	2 раза

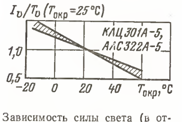
Предельные эксплуатационные данные

Постоянный или средний прямой ток через один сегмент:	
при $T_{окр} \leqslant 35$ °С:	
КЛЦ301А-5	3 мА
АЛС322А-5	4 мА
при $T_{окр}=60$ °С:	
КЛЦ301А-5	2 мА
Постоянный прямой ток через один сегмент (при одном включенном сегменте индикатора) при $T_{окр} \leqslant 35$ °С АЛС322А-5	16 мА
Импульсный прямой ток через один сегмент при $\tau_и$= =1 мс, f=100 Гц, $T_{окр} \leqslant 35$ °С:	
КЛЦ301А-5	40 мА
АЛС322А-5	20 мА
Постоянное обратное напряжение	5 В
Диапазон рабочей температуры окружающей среды .	−10÷+60 °С

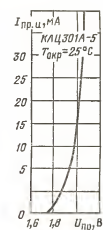


Типовая вольт-амперная характеристика

Типовая зависимость силы света (в относительных единицах) от прямого импульсного тока



Зависимость силы света (в относительных единицах) от температуры окружающей среды (показана зона разброса)

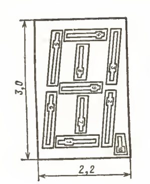


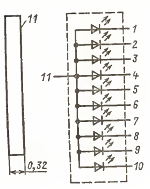
Типовая вольт-амперная характеристика для импульсного режима

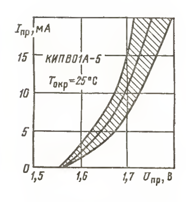
КИПВ01А-1/10К-5

Одноразрядные цифровые бескорпусные индикаторы с высотой цифры 2,4 мм из девяти сегментов с децимальной точкой. Изготавливаются на основе светодиодных структур галлий — алюминий — мышьяк. Выпускаются в виде кристаллов с контактными площадками. Масса не более 0,02 г.

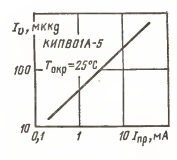
Предназначаются для применения в электронных часах, а также в гибридных интегральных микросхемах и герметичных блоках аппаратуры.



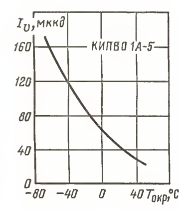




Вольт-амперная характеристика (показаны зона разброса и усредненная кривая)



Типовая зависимость силы света от прямого тока



Типовая зависимость силы света от температуры окружающей среды

Электрические и световые параметры

Сила света сегмента при $I_{пр}$=1 мА, не менее	60 мккд
Цвет свечения	Красный
Максимум спектрального распределения излучения на длине волны	0,67 мкм
Разброс значений силы света между сегментами индикатора, не более	2 раза
Постоянное прямое напряжение при $I_{пр}$=1 мА, не более	1,75 В

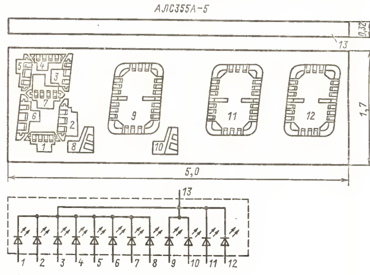
Предельные эксплуатационные данные

Постоянный или средний прямой ток через сегмент, не более:	
при $T_{окр} \leq 35$ °C	8 мА
при $T_{окр}$=70 °C	4 мА
Импульсный прямой ток через сегмент при $\tau_и$=20 мс, не более:	
при $T_{окр} \leq 35$ °C	60 мА
при $T_{окр}$=70 °C	30 мА
Мощность рассеяния индикатора	100 мВ
Постоянное обратное напряжение	5 В
Диапазон рабочей температуры окружающей среды	−60÷+70 °C

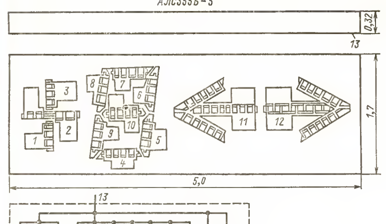
АЛС355А-5, АЛС355Б-5

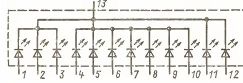
Цифро-знаковые индикаторы бескорпусные с высотой цифры 1,4 мм из 12 сегментов. Изготавливаются на основе светодиодных структур галлий — фосфор — мышьяк. Выпускаются в виде кристаллов с контактными площадками. Масса не более 0,05 г.

Предназначены для отображения цифровой и аналоговой информации в кинофотоаппаратуре, а также в гибридных интегральных микросхемах и герметичных блоках аппаратуры.



АЛС355Б-5





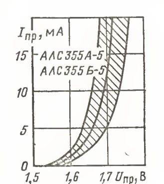
Электрические и световые параметры при $T_{окр}=25\,°C$

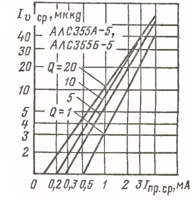
Сила света одного сегмента при $I_{пр}=3$ мА для цифры вертикального элемента знака полярности и при $I_{пр}=15$ мА для нуля, при $I_{пр}=17$ мА для стрелки, при $I_{пр}=8$ мА для горизонтального элемента знака полярности, не менее	20 мккд
Цвет свечения	Красный
Постоянное прямое напряжение при $I_{пр}=3$ мА для цифры, вертикального элемента и точки, при $I_{пр}=15$ мА для нуля, при $I_{пр}=17$ мА для стрелки, при $I_{пр}=8$ мА для горизонтального элемента знака полярности, не более	1,75 В
Максимум спектрального распределения излучения на длине волны	0,66 мкм

Предельные эксплуатационные данные

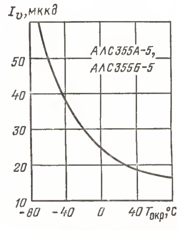
Постоянный прямой ток через один сегмент при $T_{окр}\leqslant 35\,°C$	
для цифр, вертикальных элементов знака полярности и точек	5 мА
для нулей и стрелок	20 мА
для горизонтального элемента знака полярности	12 мА
Постоянный прямой ток через один сегмент при $T_{окр}=70\,°C$:	
для цифры, вертикальных элементов знака полярности и точек	3 мА
для нулей и стрелок	10 мА
для горизонтального элемента знака полярности	6 мА

Импульсный прямой ток через один сегмент при $\tau_и = 1$ мс, $Q \geq 12$ и $T_{окр} = 70$ °С:	
для цифр, вертикальных элементов знака полярности и точек	40 мА
для нулей и стрелок	100 мА
для горизонтального элемента знака полярности	50 мА
Постоянное обратное напряжение	5 В
Диапазон рабочей температуры окружающей среды	$-60 \div +70$° С





Вольт-амперная характеристика (показаны зона разброса и усредненная кривая)



Типовые зависимости средней силы света сегмента от прямого среднего тока в импульсном режиме при различной скважности

Типовая зависимость силы света от температуры окружающей среды

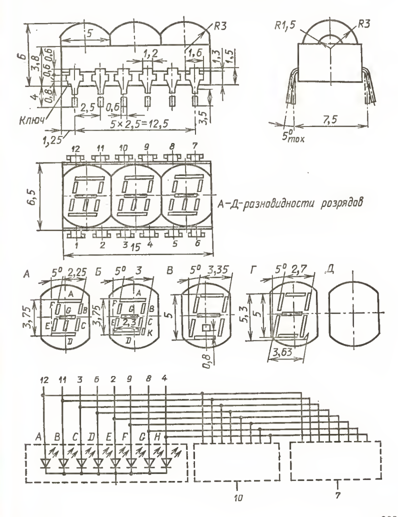
4.6. МНОГОРАЗРЯДНЫЕ ЦИФРОВЫЕ ИНДИКАТОРЫ АЛС330(А, Б, В, Г, Д, Е, Ж, И, К)

Многоразрядные цифровые индикаторы:
АЛС330В, АЛС330Г, АЛС330Д, АЛС330Е, АЛС330И, АЛС330К — 2-разрядные; АЛС330А, АЛС330Б, АЛС330Ж — 3-разрядные.

Высота цифры у групп А—Е 3,75 мм; у групп Ж—К 5 мм. Число сегментов в разряде 7. Изготавливаются на основе светодиодных структур галлий — фосфор — мышьяк. Выпускаются в пластмассовом корпусе. Масса не более 0,55 г.

Основное назначение — отображение цифровой информации в электронных секундомерах и микрокалькуляторах.

Маркируются точками на корпусе: АЛС330А — одной белой; АЛС330Б — двумя белыми; АЛС330В — одной черной; АЛС330Г — двумя черными; АЛС330Д — одной желтой; АЛС330Е — двумя зелеными; АЛС330И — зеленой и белой; АЛС330К — зеленой и желтой.



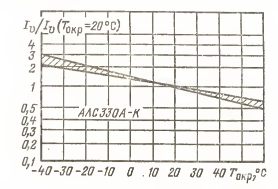
Вид цифр в разрядах у индикаторов следующий: АЛС330А-ААА; АЛС330Б-БББ; АЛС330В-ААД; АЛС330Г-ББД; АЛС330Д-ДАА; АЛС330Е-ДББ; АЛС330Ж-ВВВ; АЛС330И-ГГД; АЛС330К-ВВД.

Электрические и световые параметры при $T_{окр}=25\,°C$

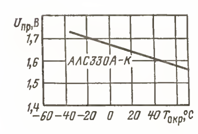
Средняя по индикатору сила света одного сегмента при $I_{пр}=3$ мА, не менее	50 мккд
Цвет свечения	Красный
Постоянное прямое напряжение при $I_{пр}=3$ мА, не более	1,85 В
Разброс значений силы света между разрядами, не более	2 раза

Предельные эксплуатационные данные

Постоянный или средний прямой ток через один сегмент при $T_{окр}\leqslant 35\,°C$	5 мА
Импульсный прямой ток при $\tau_{и}=1$ мс и $T_{окр}\leqslant 35\,°C$	120 мА
Постоянное обратное напряжение	5 В
Диапазон рабочей температуры окружающей среды	$-25 \div +55\,°C$



Зависимость силы света (в относительных единицах) от температуры окружающей среды (показана зона разброса)

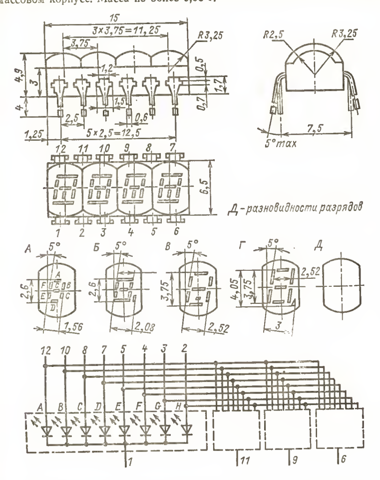


Зависимость прямого напряжения от температуры окружающей среды

АЛС329(А, Б, В, Г, Д, Е, Ж, И, К, Л, М, Н)

Многоразрядные цифровые индикаторы: АЛС329В, АЛС329Г, АЛС329Д, АЛС329Е, АЛС329К, АЛС329Л, АЛС329М, АЛС329Н — 3-разрядные; АЛС329А, АЛС329Б, АЛС329Ж, АЛС329И — 4-разрядные.

Высота цифры АЛС329А—АЛС329Е 2,5 мм; АЛС329Ж—АЛС329Н 3,75 мм. Число сегментов в разряде 7. Изготавливаются на основе светодиодных структур галлий — фосфор — мышьяк. Выпускаются в пластмассовом корпусе. Масса не более 0,68 г.



Основное назначение — отображение цифровой информации в электронных секундомерах и микрокалькуляторах.

Маркируются точками на корпусе: АЛС329А — одной белой; АЛС329Б — двумя белыми; АЛС329В — одной черной; АЛС329Г—двумя черными; АЛС329Д — одной желтой; АЛС329Е — двумя желтыми; АЛС329Ж — одной зеленой; АЛС329И — двумя зелеными; АЛС329К— зеленой и белой; АЛС329Л — зеленой и черной; АЛС329М — зеленой и желтой; АЛС329Н — желтой и черной.

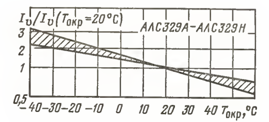
Вид цифр в разрядах у индикаторов следующий: АЛС329А-АААА; АЛС329Б-ББББ; АЛС329В-АААД; АЛС329Г-БББД; АЛС329Д-ДААА; АЛС329Е-ДБББ; АЛС329Ж-ВВВВ; АЛС329И-ГГГГ; АЛС329К-ВВВД; АЛС329Л-ГГГД; АЛС329М-ДВВВ; АЛС329Н-ДГГГ.

Электрические и световые параметры при $T_{окр}=25\,°C$

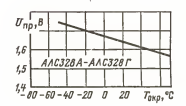
Средняя по индикатору сила света одного сегмента при $I_{пр}=3$ мА, не менее	50 мккд
Цвет свечения	Красный
Постоянное прямое напряжение при $I_{пр}=3$ мА, не более	1,85 В
Разброс значений силы света между разрядами, не более	2 раза

Предельные эксплуатационные данные

Постоянный или средний прямой ток через один сегмент при $T_{окр}\leqslant 35\,°C$	5 мА
Импульсный прямой ток через один сегмент при $\tau_и=1$ мс и $T_{окр}\leqslant 35\,°C$	120 мА
Постоянное обратное напряжение	5 В
Диапазон рабочей температуры окружающей среды	$-25 \div +55\,°C$



Зависимость силы света (в относительных единицах) от температуры окружающей среды (показана зона разброса)



Зависимость прямого напряжения от температуры окружающей среды

АЛС328(А, Б, В, Г)

Пятиразрядные цифровые индикаторы с высотой цифры 2,5 мм АЛС328А и АЛС328Б и 3,75 мм АЛС328В, АЛС328Г. Число сегментов в разряде 7. Изготавливаются на основе светодиодных структур галлий — фосфор — мышьяк. Выпускаются в пластмассовом корпусе. Масса не более 0,85 г.

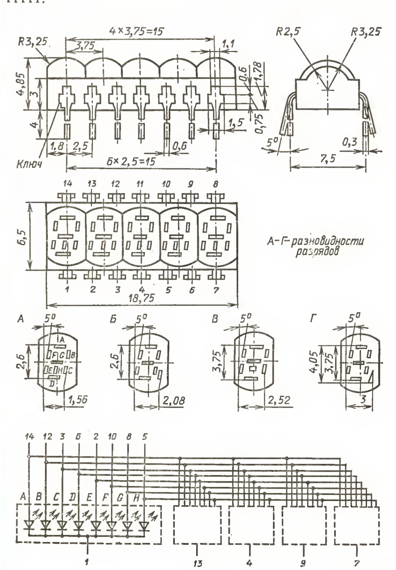
Основное назначение — отображение цифровой информации в электронных секундомерах и микрокалькуляторах.

Маркируются точками на корпусе: АЛС328А — одной белой;

АЛС328Б — двумя белыми; АЛС328В — одной зеленой; АЛС328Г — двумя зелеными.

Вид цифр в разрядах у индикаторов следующий:

АЛС328А-ААААА; АЛС328Б-БББББ; АЛС328В-ВВВВВ; АЛС328Г-ГГГГГ.

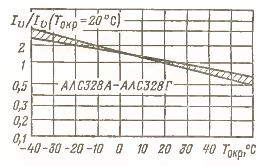


Электрические и световые параметры при $T_{окр}=25\,°C$

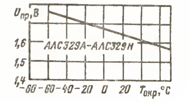
Средняя по индикатору сила света одного сегмента при $I_{пр}=3$ мА, не менее	50 мккд
Цвет свечения	Красный
Постоянное прямое напряжение при $I_{пр}=3$ мА, не более	1,85 В
Разброс значений силы света между разрядами, не более	2 раза

Предельные эксплуатационные данные

Постоянный или средний прямой ток через один сегмент при $T_{окр}\leqslant 35\,°C$:	5 мА
Импульсный прямой ток через один сегмент при $\tau_и=1$ мс и $T_{окр}\leqslant 35\,°C$	120 мА
Постоянное обратное напряжение	5 В
Диапазон рабочей температуры окружающей среды	$-25 \div +55\,°C$



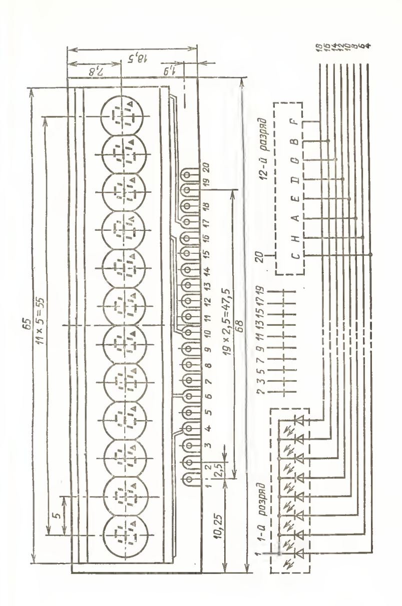
Зависимость силы света (в относительных единицах) от температуры окружающей среды (показана зона разброса)



Типовая зависимость прямого напряжения от температуры окружающей среды

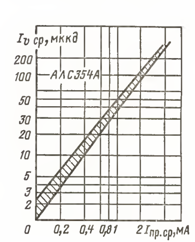
АЛС354А

Двенадцатиразрядные цифровые индикаторы с высотой цифры 2,5 мм из 7 сегментов в разряде. Изготавливаются на основе светодиодных структур галлий — фосфор — мышьяк по планарной технологии. Выпускаются в пластмассовом корпусе. Масса не более 6 г.


18,5
7,8
1,9
65
11×5=55
19×2,5=47,5
68
10,25
2,5
5
1-й разряд
12-й разряд
С Н А Е Д G В F
2 3 5 7 9 11 13 15 17 19
20
18 16 14 12 10 8 6 4

Электрические и световые параметры при $T_{окр}=25$ °С

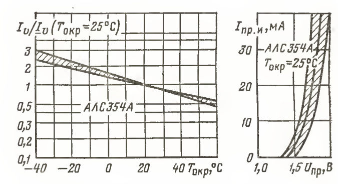
Снла света одного разряда прн $I_{пр}=5$ мА через каждый сегмент, не менее	150 мккд
Цвет свечення	Красный
Максимум спектрального распределения излучения на длине волны	0,66 мкм
Постоянное прямое напряжение на сегменте при $I_{пр}=5$ мА, не более	1,8 В
Разброс значенпй снлы света между разрядамн, не более	1,8 раза



Завнсимость средней силы света одного разряда от среднего прямого тока в импульсном режиме (показана зона разброса)

Завнснмость снлы света (в относительных еднннцах) от температуры окружающей среды (показана зона разброса)

Вольт-амперная характеристика для импульсного режима (показаны зона разброса н усредненная кривая)



Предельные эксплуатационные данные

Среднні прямой ток через однн сегмент:

при $T_{окр} \leqslant 35$ ° С	4 мА
при $T_{окр}=60$ °С	1 мА

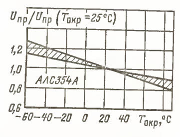
Импульсный прямой ток через один сегмент при $\tau_и$ = 1 мс и $Q \geqslant 12$:

при $T_{окр} \leqslant 35\ °C$	40 мА
при $T_{окр} = 60\ °C$	10 мА

Мощность рассеяния одного разряда при включенных семи сегментах и децимальной точки:

при $T_{окр} \leqslant 35\ °C$	45 мВт
при $T_{окр} = 60\ °C$	15 мВт
Постоянное обратное напряжение	5 В
Диапазон рабочей температуры окружающей среды .	−25 ÷ +60 °C

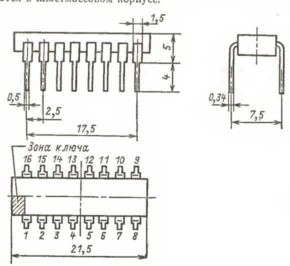
Зависимость прямого напряжения (в относительных единицах) от температуры окружающей среды (показана зона разброса)



4.7. МИКРОСХЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЦИФРО-БУКВЕННЫМИ ИНДИКАТОРАМИ

К176ИД2, К176ИД3

Дешифраторы 4-разрядного двоичного кода в сигналы 7-сегментного кода. Изготавливаются на основе кремниевых КМОП-структур. Выпускаются в пластмассовом корпусе.



Предназначены для управления 7-сегментными цифро-буквенными индикаторами с разъединенными анодами сегментов.

Вывод	Вход	DC	Выход	Вывод
1	S		A	9
5	D0		B	10
3	D1		C	11
2	D2		D	12
4	D3		E	13
7	$\overline{K}$		F	14
6	$\overline{M}$		G	15

Условное графическое обозначение микросхем К176ИД2, К176ИД3

Графическое обозначение микросхем.

Назначение выводов: *D0—D3* — информационные входы; *S* — вход управления; $\overline{K}$ — вход блокировки; $\overline{M}$ — вход инверсии; *A, B, C, D, E, F, G* — выходы, подключаемые к сегментам индикатора; *16* — $U_{пит}$; *8* — общий.

Дешифрирование входных сигналов осуществляется при установлении на входе *S* высокого логического уровня, а на входах блокировки $\overline{K}$ и $\overline{M}$ низких логических уровней напряжения. При указанных условиях соответствие входных (на выводах *D3, D2, D1, D0*) и выходных (на выводах *A, B, C, D, E, F, G*) сигналов можно выразить следующими записями:

0000 (вход) – 1111110 (выход) (отображение на индикаторе 0), 0001–0110000 (1), 0010–1101101 (2), 0011–1111001 (3), 0100–0110011 (4), 0101–1011011 (5), 0110–1011111 (6), 0111–1110000 (7), 1000–1111111 (8), 1001–1111011 (9). Входные коды 1010, 1011, 1100, 1101, 1111 вызывают на выходе состояние 0000000 (на индикаторе информация отсутствует).

В случае установки на входе $\overline{K}$ высокого логического уровня напряжения все выходы дешифратора запираются независимо от состояния входной информации.

Если во время работы дешифратора вход *S* переходит из состояния логической 1 в состояние логического 0, то на выходе фиксируется тот последний код, который был в момент смены логических состояний *S*, а на индикаторе сохраняется соответствующая цифра, несмотря на текущие изменения входной информации. Если на вход $\overline{M}$ подать высокий логический уровень, то на выходе сформируются инверсные сигналы относительно тех, которые были зафиксированы.

Электрические параметры при $T_{окр}=25\ °C$

Входной ток в состоянии логического 0 при $U_{вх}=0$, не более	—0,1 мкА
Входной ток в состоянии логической 1 при $U_{вх}=9{,}45$ В, не более	0,1 мкА
Выходное напряжение в состоянии логического 0 при $U_{пит}=9{,}45$ В, не более	0,3 В
Выходное напряжение в состоянии логической 1 при $U_{пит}=8{,}55$ В, не менее	8,2 В
Ток потребления, не более:	
в статическом режиме	100 мкА
в динамическом режиме при $U_{пит}=9$ В, $f=100$ кГц	200 мкА
Время задержки распространения сигнала при включении и выключении	850 нс

Предельные эксплуатационные данные

Напряжение питания	3—15 В
Входное напряжение	$-0{,}2$ В $\div +U_{пит}$
Выходной ток	$-2\div+3$ мА
Потребляемая мощность	50 мВт
Диапазон рабочей температуры окружающей среды	$-45\div+70$ °С

К514ИД1, КР514ИД1, 514ИД1

Дешифраторы 4-разрядного двоичного кода в сигналы 7-сегментного кода. Выпускаются: К514ИД1 и 514ИД1 — в металлостеклянном, а КР514ИД1 — в пластмассовом корпусе.

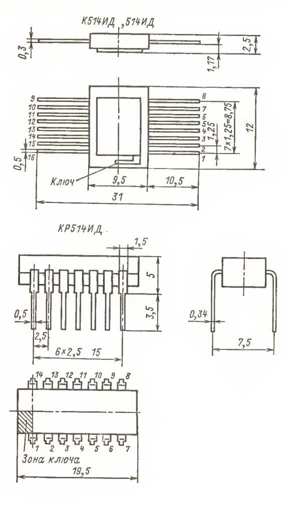
Предназначены для управления полупроводниковыми цифро-буквенными индикаторами на основе светоизлучающих диодных структур с разъединенными анодами. Графическое обозначение микросхемы приведено ниже.

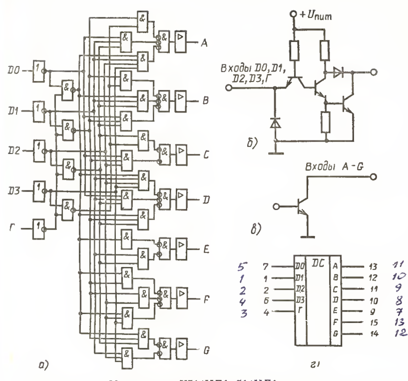
Назначение выводов: *D0—D3* — информационные входы; *Г* — вход гашения; *A, B, C, D, E, F, G* — выходы, подключаемые к сегментам индикатора; *16* — $U_{пит}$; *8* — общий.

Дешифрирование входных сигналов происходит при установлении высокого логического уровня на входе *Г*. При этом входной информации (на выводах *D3, D2, D1, D0*) 0000 будет соответствовать выходная (на выводах *A, B, C, D, E, F, G*) 1111110, что обусловливает возбуждение на индикаторе символа 0. Дальнейшие логические соответствия входной и выходной информации и отображаемого символа следующие:

0001-0110000 (1), 0010-1101101 (2), 0011-1111001 (3), 0100-0110011 (4), 0101-1011011 (5), 0110-1011111 (6), 0111-1110000 (7), 1000-1111111 (8), 1001-1111011 (9), 1010-0001101 (c знак меньше), 1011-0011001 (ɔ знак больше), 1100-0100011 (⊓), 1101-1001011 (c знак меньше или равно), 1110-0001111 (t знак переполнения), 1111-0000000 (символ не отображается).

Сигнал низкого логического уровня, поступающий на вход *Г* (гашение), переводит все выводы дешифратора в состояния логических нулей (независимо от входной информации), при этом ни один сегмент индикатора не возбуждается.





Микросхемы К514ИД1, 514ИД1:

а — функциональная схема; *б* — принципиальная электрическая схема входных каскадов, *в* — схема выходов; *г* — условное графическое обозначение

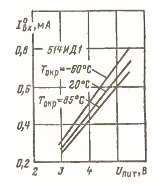
Электрические параметры при $T_{окр}=25\,°C$

Входиой ток в состояиии логического при $U_{вх}=0{,}4$ В, ие более	—1,6 мА
Входиой ток в состояиии логической 1 при $U_{вх}=2{,}4$ В, ие более	70 мкА
Выходиой ток в состояиии логического 0 при $U_{вых}=0{,}8$ В, не более	0,3 мА
Выходиой ток в состояиии логической 1 при $U_{вых}=1{,}7$ В:	
К514ИД1, КР514ИД1	2,5—4,6 мА
514ИД1	2,7—4,2 мА
Ток потреблеиия, ие более	50 мА

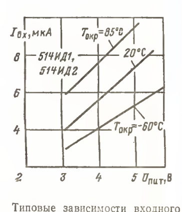
Предельные эксплуатациоиные даииые

Напряжеиие питаиия:
К514ИД1, КР514ИД1 . . . . (5±0,25) В

514ИД1	(5±0,5) В
Входной ток	1 мА
Входное напряжение:	
К514ИД1, КР514ИД1	—0,3÷+5,25 В
514ИД1	—0,3÷+5,5 В
Выходной ток	7,5 мА
Диапазон рабочей температуры окружающей среды:	
К514ИД1	—60÷+70 °С
514ИД1	—60÷+85 °С
КР514ИД1	—10÷+70 °С



Типовые зависимости входного тока в состоянии логического 0 от напряжения питания при различных значениях температуры окружающей среды



Типовые зависимости входного тока в состоянии логической 1 от напряжения питания при различных значениях температуры окружающей среды

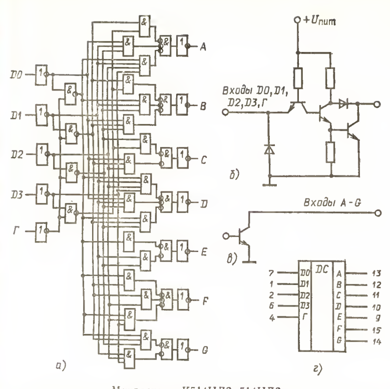
К514ИД2, КР514ИД2, 514ИД2

Дешифраторы 4-разрядного двоичного кода в сигналы 7-сегментного кода. Выпускаются: К514ИД2 и 514ИД2 — в металлостеклянном, а КР514ИД2 — в пластмассовом корпусе (см. рис. на стр. 220).

Предназначены для управления полупроводниковыми 7-сегментными цифро-буквенными индикаторами на основе светоизлучающих диодных структур с разъединенными катодами. Графическое обозначение микросхемы приведено ниже.

Назначение выводов: *D0—D3* — информационные входы; *Г* — вход гашения; *A, B, C, D, E, F, G* — выходы, подключаемые к сегментным индикаторам; *16* — $U_{пит}$; *8* — общий.

Дешифрирование входных сигналов происходит при установлении высокого логического уровня на входе *Г*. При этом входной информации (на выводах *D3, D2, D1, D0*) 0000 будет соответствовать выходная (на выводах *A, B, C, D, E, F, G*) 0000001, что обусловливает возбужде-



Микросхемы К514ИД2, 514ИД2:

а — функциональная схема; *б* — принципиальная электрическая схема выходных каскадов; *в* — схема выходов; *г* — условное графическое обозначение

ние на индикаторе символа 0. Дальнейшие логические соответствия входной и выходной информации и отображаемого символа следующие:

0001–1001111 (1), 0010–0010010 (2), 0011–0000110 (3), 0100–1001100 (4), 0101–0100100 (5), 0110–0100000 (6), 0111–0001111 (7), 1000–0000000 (8), 1001–0000100 (9), 1010–1110010 (⊏ знак меньше), 1011–1100110 (⊐ знак больше), 1100–1011100 (⊔), 1101–0110100 (⊑ знак меньше или равно), 1110–1110000 (⊢ знак переполнения), 1111–1111111 (символ не отображается).

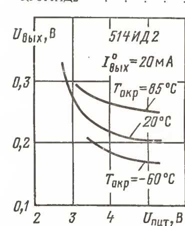
Сигнал низкого логического уровня, поступающий на вход *Г* (гашение), переводит все выходы дешифратора в состояния логических нулей (независимо от входной информации), при этом ни один сегмент индикатора не возбуждается.

Электрические параметры при $T_{окр}=25$ °С

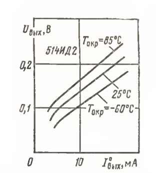
Входной ток в состоянии логического 0 при $U_{вх}=0,4$ В, не более	—1,6 мкА
Входной ток в состоянии логической 1 при $U_{вх}=2,4$ В, не более	70 мкА
Выходное напряжение логического 0 при $I_{вых}=20$ мА	0,4 В
Выходной ток в состоянии логической 1 при $U_{вых}=10$ В, не более	250 мкА
Ток потребления, не более	50 мА

Предельные эксплуатационные данные

Напряжение питания:	
К514ИД2, КР514ИД2	(5±0,25) В
514ИД2	(5±0,5) В
Входной ток	1 мА
Входное напряжение:	
К514ИД2	—0,3÷ +5,25 В
514ИД2	—0,3÷ +5,5 В
Выходной ток	22 мА
Диапазон рабочей температуры окружающей среды:	
К514ИД2	—60÷ +70 °С
514ИД2	—60÷ +85 °С
КР514ИД2	—10÷ +70 °С

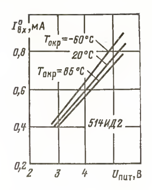


Типовые зависимости выходного напряжения в состоянии логического 0 от напряжения питания при различных значениях температуры окружающей среды



Типовые зависимости выходного напряжения от выходного тока в состоянии логического 0

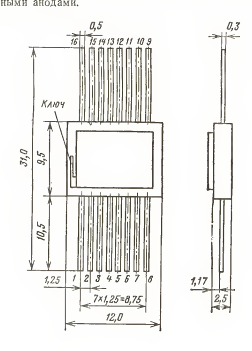
Типовые зависимости входного тока в состоянии логического 0 от напряжения питания при различных значениях температуры окружающей среды



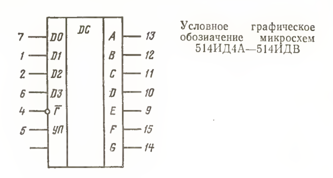
514ИД4(А, Б, В)

Дешифраторы 4-разрядного двоичного кода в сигналы 7-сегментного кода. Выпускаются в металлостеклянном корпусе. При эксплуатации крепятся к радиатору с тепловым сопротивлением не более 20 °С/Вт.

Предназначены для управления полупроводниковыми 7-сегментными цифро-буквенными индикаторами на основе светодиодных структур с разъединенными анодами.



Графическое обозначение микросхемы приведено ниже.



Условное графическое обозначение микросхем 514ИД4А—514ИДВ

Назначение выводов: *D0—D3* — информационные входы, предназначенные для приема 4-разрядного двоичного слова; $\overline{Г}$ — вход гашения; *УП* — вход управления памятью; *A*, *B*, *C*, *Д*, *E*, *F*, *G* — выходы, подключаемые к анодам сегментов индикатора; *16* — $U_{пит}$; *8* — общий.

Дешифрирование входных сигналов осуществляется при установлении низких логических уровней на входах $\overline{Г}$ и *УП*. При указанных условиях микросхема функционирует по следующему логическому закону соответствия входной (на выводах *D3*, *D2*, *D1*, *D0*) и выходной (на выводах *A*, *B*, *C*, *D*, *E*, *F*, *G*) информации (в скобках указывается соответствующий символ, индицируемый индикатором):

0000–1111110 (0), 0001–0110000 (1), 0010–1101101 (2), 0011–1111001 (3), 0100–0110011 (4), 0101–1011011 (5), 0110–1011111 (6), 0111–1110000 (7), 1000–1111111 (8), 1001–1111011 (9), 1010–1110111 (A), 1011–0011111 (b), 1100–1001110 (C), 1101–0111101 (d), 1110–1001111 (E), 1111–1000111 (F).

Сигнал высокого логического уровня, поступающий на вход $\overline{Г}$ (гашение), переводит все выходы дешифратора в состояния логических нулей (независимо от входной информации), при этом все сегменты индикатора гаснут.

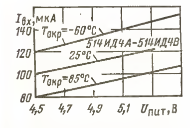
Если в некоторый момент работы микросхемы на вход *УП* поступает сигнал высокого уровня, а на входе $\overline{Г}$ сохраняется уровень логического 0, то информационные входы отключаются, а на выходах микросхемы запоминается предыдущая информация, которая сохраняется до момента снятия со входа *УП* напряжения высокого уровня.

Электрические параметры при $T_{окр}=25°$ С

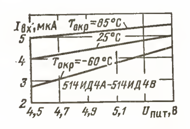
Входной ток в состоянии логического 0 при $U_{вх}=0{,}4$ В, не более	800 мкА
Входной ток в состоянии логической 1 при $U_{вх}=2{,}4$ В, не более	40 мкА
Выходной ток в состоянии логического 0 при $U_{вых}=1{,}25$ В, не более	200 мкА
Выходной ток в состоянии логической 1 при $U_{вых}=1{,}7$ В, не более:	
514ИД4А	13 мА
514ИД4Б	26 мА
514ИД4В	52 мА
Выходной ток в состоянии логической 1 при $U_{вых}=3$ В, не менее:	
514ИД4А	7 мА
514ИД4Б	14 мА
514ИД4В	28 мА
Ток потребления при выключенных сегментах индикатора не более	60 мА

Предельные эксплуатационные данные

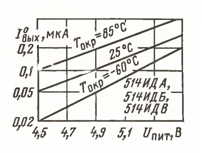
Напряжение питания	(5±0,5) В
Входное напряжение	−0,3÷ +5,5 В
Диапазон рабочей температуры	−60÷ +85 °С



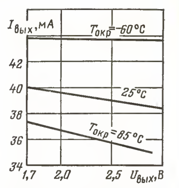
Типовые зависимости входного тока в состоянии логического 0 от напряжения питания при различных значениях температуры окружающей среды



Типовые зависимости входного тока в состоянии логической 1 от напряжения при различных значениях температуры окружающей среды



Типовые зависимости выходного тока в состоянии логического 0 от напряжения питания при различных значениях температуры окружающей среды



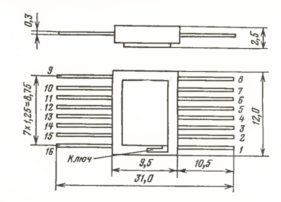
Выходная вольт-амперная характеристика в состоянии логической 1 при различных значениях температуры окружающей среды

К514ПР1, 514ПР1

Преобразователи цифрового 4-разрядного слова в сигналы 7-сегментного кода с внутренним регистром памяти.

Выпускаются в металлостеклянном корпусе.

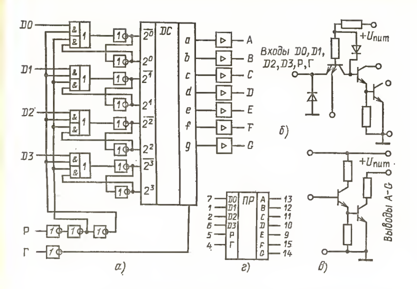
Предназначены для управления полупроводниковыми 7-сегментными цифро-буквенными индикаторами на основе светоизлучающих диодных структур с разъединенными катодами.



Графическое обозначение микросхемы приведено ниже.

Назначение выводов: *D0—D3* — информационные входы, предназначенные для приема 4-разрядного двоичного слова; *Г* — вход гашения; *Р* — вход памяти; *A, B, C, D, E, F, G* — выходы с открытым коллектором, подключаемые к сегментам индикатора; *16* — $U_{пит}$; *8* — общий.

Дешифрирование входных сигналов происходит при установлении



Микросхема К514ПР1:

а — функциональная схема; *б* — принципиальная электрическая схема входных каскадов; *в* — схема выходов; *г* — условное графическое обозначение

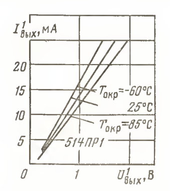
высокого логического уровня на входе *Г* и низкого логического уровня на входе *Р*. При указанных условиях микросхема функционирует по следующему логическому закону соответствия входной (на выводах *D3*, *D2*, *D1*, *D0*) и выходной (на выводах *A*, *B*, *C*, *D*, *E*, *F*, *G*) информации. В скобках указан соответствующий символ, индицируемый индикатором:

0000–1111110 (0), 0001–0110000 (1), 0010–1101101 (2), 0011–1111001 (3), 0100–0110011 (4), 0101–1011011 (5), 0110–1011111 (6), 0111–1110000 (7), 1000–1111111 (8), 1001–1111011 (9), 1010–1100111 (Р), 1011–0001110 (L), 1100–1001110 (Г), 1101–0110111 (Н), 1110–0000001 (–), 1111–0000000 (символ не индицируется).

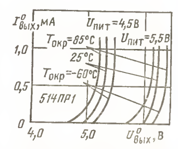
Если в некоторый момент работы микросхемы на вход *Р* поступает сигнал высокого логического уровня, а на входе *Г* сохраняется уровень логической 1, то на выходах микросхемы запоминается тот набор сигна-

лов, который существовал до изменения логического состояния входа *Р*, а на индикаторе сохраняется соответствующий символ.

Сигнал низкого логического уровня, поступающий на вход *Г* (гашение), переводит все выходы микросхемы в состояния логических нулей независимо от того, какая информация поступает на отдельные входы; в этом случае ни один сегмент индикатора не возбужден.



Типовые зависимости выходного тока от выходного напряжения в состоянии высокого логического уровня при различных значениях температуры окружающей среды



Типовые зависимости выходного тока от выходного напряжения в состоянии низкого логического уровня при различных значениях напряжения питания и температуры окружающей среды

Электрические параметры при $T_{окр}=25$ °С

Входной ток в состоянии логического 0 при $U_{вх}=0,4$ В	−1,6 мА
Входной ток в состоянии логической 1 при $U_{вх}=2,4$ В:	
на входах *D0, D1, D2, D3, Г*	70 мкА
на входе *Р*	100 мкА
Входной ток в состоянии логической 1 при $U_{вх}=5,25$ В	1 мА
Входной ток в состоянии логического 0 при $U_{вх}=5,25$ В	0,2 мА
Выходной ток в состоянии логической 1 при $U_{вых}=1,3$ В	16—24 мА
Ток потребления не более:	
К514ПР1	65 мА
514ПР1	60 мА

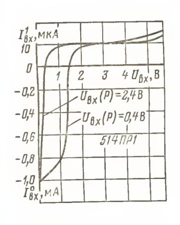
Предельные эксплуатационные данные

Напряжение питания:	
К514ПР1	(5±0,25) В
514ПР1	(5±0,5) В
Входное напряжение	−0,3÷+5,5 В
Выходное напряжение на открытом коллекторе транзистора в выключенном состоянии	5,25 В

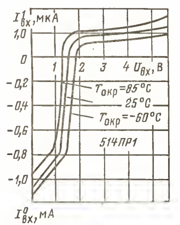
Выходной ток через открытый коллектор транзистора, находящегося во включенном состоянии . . . 27 мА

Диапазон рабочей температуры окружающей среды:

К514ПР1 . . . . —10 ÷ +70 °С
514ПР1 . . . . —60 ÷ +85 °С



Зависимости входного тока от входного напряжения в состояниях высокого и низкого логических уровней на входе памяти



Типовые зависимости входного тока от входного напряжения в диапазоне предельной рабочей температуры окружающей среды

К555ИД18, КМ555ИД18

Дешифраторы 4-разрядного двоичного кода в сигналы 7-сегментного кода. Изготавливаются на основе технологии ТТЛ с диодами Шотки. Выпускаются: К555ИД18 — в пластмассовом, а КМ555ИД18 — в керамическом 16-выводных корпусах.

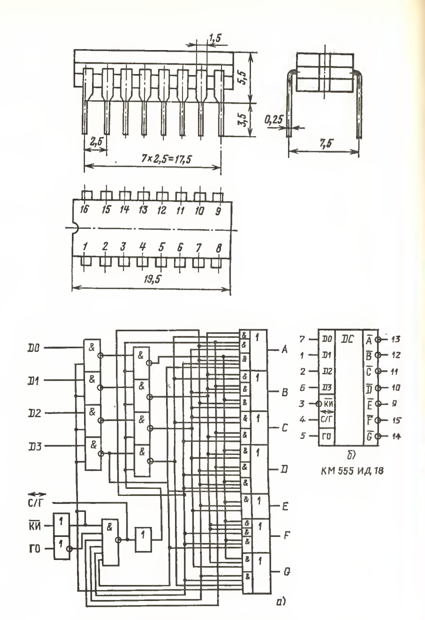
Предназначены для управления 7-сегментными цифро-буквенными индикаторами с разъединенными катодами.

Функциональная схема и графическое обозначение микросхемы приведены ниже.

Назначение выводов: *D0—D3* — информационные входы; $\overline{КИ}$ — вход контроля индикации; $\overleftrightarrow{\overline{C/Г}}$ — вход/выход (стробирование/гашение); *Г0* — вход гашения нуля; $\overline{A}$, $\overline{B}$, $\overline{C}$, $\overline{D}$, $\overline{E}$, $\overline{F}$, $\overline{G}$ — выходы, подключаемые к катодам сегментов индикатора; *16* — $U_{пит}$; *8* — общий.

Микросхема может работать в одном из четырех режимов.

Первый режим — дешифратор выполняет функцию непосредственной индикации. На входах $\overline{КИ}$, *Г0*, $\overleftrightarrow{\overline{C/Г}}$ устанавливается высокий логический уровень напряжения.



Микросхемы К555ИД18:

а — функциональная схема; *б* — условное графическое обозначение

Логическая взаимосвязь входных и выходных сигналов определяется следующими соответствиями:

0000 (на входах $D3$, $D2$, $D1$, $D0$), 0000001 (на выходах $\overline{A}$, $\overline{B}$, $\overline{C}$, $\overline{D}$, $\overline{E}$, $\overline{F}$, $\overline{G}$), при этом индикатор отобразит (0); 0001–1001111 (1), 0010–0010010 (2), 0011–0000110 (3), 0100–1001100 (4), 0101–0100100 (5), 0110–0100000 (6), 0111–0001111 (7), 1000–0000000 (8), 1001–0000100 (9), 1010–1110010 (⊏), 1011–1100110 (⊐), 1100–1011100 (⊔), 1101–0110100 (Ε), 1110–1110000 (t), 1111–1111111 (знака нет).

Второй режим — это так называемый режим «закрытых выходов». Устанавливается путем перевода входа $\overleftrightarrow{C/Г}$ в состояние низкого логического уровня. В данном режиме все выходы дешифратора оказываются в выключенном состоянии — на индикаторе ни один сегмент не возбужден.

Третий режим — дешифрирование входных сигналов «без нуля». На входе $\overline{КИ}$ устанавливается уровень логической 1, а на входе $Г0$ — уровень логического 0. В этом режиме входная двоичная информация 0000 не дешифрируется в сигналы, соответствующие отображению на индикаторе нулей, а переводит все выходы в закрытое состояние. При этом на выводе $\overleftrightarrow{C/Г}$, который в данном режиме выполняет роль выхода, формируется сигнал низкого логического уровня. Все остальные комбинации двоичных 4-разрядных чисел, поступающих на информационные входы, дешифрируются аналогично первому режиму. Третий режим работы дешифратора используется для организации гашения левых нулей.

Четвертый режим — контроль индикатора. На входе $\overline{КИ}$ устанавливается низкий логический уровень, а на выводе $\overleftrightarrow{C/Г}$ — высокий логический уровень напряжения. В этом режиме все выходы дешифратора открыты и на индикаторе высвечивается 8, что позволяет проверить работоспособность всех сегментов индикатора. Такая профилактическая процедура необходима через определенные промежутки времени, так как необнаруженный выход из строя хотя бы одного сегмента индикатора может внести грубую ошибку при отсчете числа.

Электрические параметры при $T_{окр}=25\,°C$

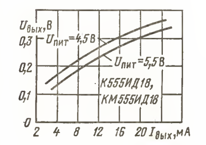
Входной ток в состоянии логического 0, не более:

на выводе $\overleftrightarrow{C/Г}$	−1,2 мА
на остальных входах	−0,4 мА
Входной ток в состоянии логической 1, не более	250 мкА
Выходное напряжение в состоянии логического 0, не более	0,5 В
Выходное напряжение в состоянии логической 1, не менее	2,4 В
Ток потребления, не более	13 мА
Среднее время задержки сигнала	100 нс

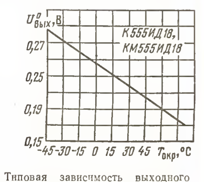
Предельные эксплуатационные данные

Напряжение питания [допускается приложение кратковременного (не более 5 мс) напряжения питания до 7 В]	4,75—5,25 В

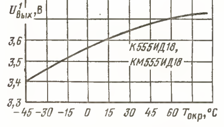
Входное напряжение	7 В
Выходное напряжение на выходах $\bar{A}$, $\bar{B}$, $\bar{C}$, $\bar{D}$, $\bar{E}$, $\bar{F}$, $\bar{G}$ в закрытом состоянии	15 В
Выходной ток на выводе $\overleftarrow{C}/\overrightarrow{\Gamma}$	−2÷ −0,3 мА
Емкость нагрузки	150 пФ
Диапазон рабочей температуры окружающей среды:	
К555ИД18	−10÷ +70 °С
КМ555ИД18	−45÷ +85 °С



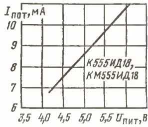
Типовые зависимости выходного напряжения в состоянии низкого логического уровня от выходного тока при различных значениях напряжения питания



Типовая зависимость выходного напряжения в состоянии низкого логического уровня от температуры окружающей среды



Типовая зависимость выходного напряжения в состоянии высокого логического уровня от температуры окружающей среды

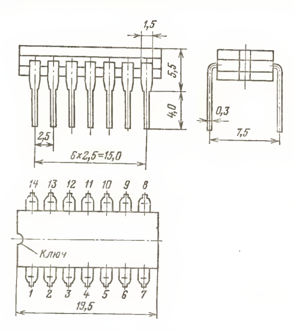


Типовая зависимость тока потребления от напряжения питания

К566ИД1

Дешифраторы 4-разрядного двоичного кода в сигналы 7-сегментного кода. Изготавливаются на основе кремниевых КМОП-структур. Выпускаются в пластмассовом корпусе. Масса не более 2 г.

Предназначены для управления 7-сегментными цифро-буквенными индикаторами с разъединенными катодами сегментов в аппаратуре, требующей микромощного режима работы.

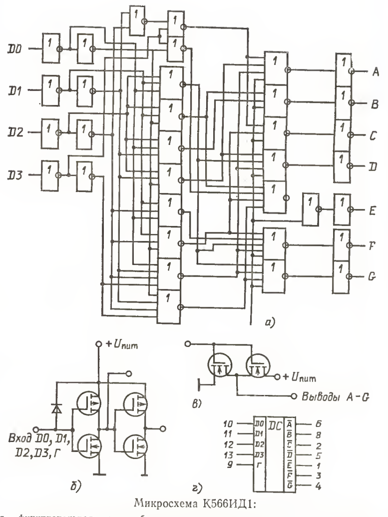


Графическое обозначение микросхемы приведено ниже.

Назначение выводов: *D0—D3* — информационные входы; *Г* — вход гашения; $\overline{A}$, $\overline{B}$, $\overline{C}$, $\overline{D}$, $\overline{E}$, $\overline{F}$, $\overline{G}$ — выходы, подключаемые к катодам сегментов индикатора; *14* — $U_{пит}$; *7* — общий.

Дешифрирование входных сигналов возможно при установлении низкого логического уровня на входе *Г*. При этом условии дешифратор функционирует по следующему логическому закону соответствия входной (на выводах *D3*, *D2*, *D1*, *D0*) и выходной (на выводах $\overline{A}$, $\overline{B}$, $\overline{C}$, $\overline{D}$, $\overline{E}$, $\overline{F}$, $\overline{G}$) информации; в скобках указан соответствующий символ, индицируемый индикатором:

0000–0000001 (0), 0001–1001111 (1), 0010–0010010 (2), 0011–0000110 (3), 0100–1001100 (4), 0101–0100100 (5), 0110–0100000 (6), 0111–0001111 (7), 1000–0000000 (8), 1001–0000100 (9).



Микросхема К566ИД1:

а — функциональная схема; *б* — принципиальная электрическая схема входных каскадов; *в* — схема выходов; *г* — условное графическое обозначение

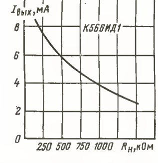
Если на вход $Г$ (гашение) поступает сигнал высокого логического уровня, то все выходы дешифратора устанавливаются в состояния логических 1, в результате индикатор гаснет.

Электрические параметры при $T_{окр}=25\,°C$

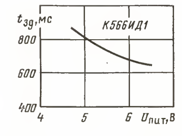
Ток потребления в статическом режиме, не более	10 мкА
Время дешифрирования (среднее время задержки распространения сигнала) при $U_{вх}=5$ В, не более	1 мкс
Помехоустойчивость, не более	1 В

Предельные эксплуатационные данные

Напряжение питания	(5±0,5) В
Входное напряжение	4,5—5,5 В
Выходной ток	5 мА
Диапазон рабочей температуры окружающей среды	—10÷+70 °С



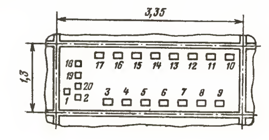
Типовая зависимость выходного тока от сопротивления нагрузки



Типовая зависимость времени задержки распространения сигнала от напряжения питания

КБ514ИР1-4, Б514ИР1-4

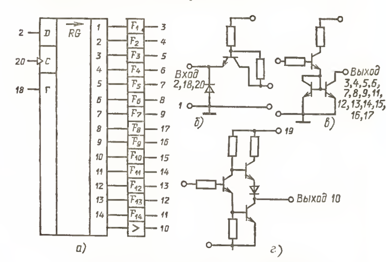
Регистры сдвига на 14 бит бескорпусные. Выпускаются в виде пластин с контактными участками у каждой микросхемы. Масса не более 0,02 г. Пластины упаковывают в групповую тару, тип проставляется на вкладыше.



Предназначены для использования в гибридных микросхемах и микросборках в качестве формирователей токов для управления матричными полупроводниковыми индикаторамя.

Способ монтажа — приклейка к подложке, обеспечивающая максимальный тепловой контакт. Толщина слоя клея не более 0,1 мм.

Графическое обозначение микросхемы:



Микросхемы типа Б514ИР1-4, КБ514ИР1-4:

а — условное графическое обозначение; *б* — принципиальная электрическая схема входных каскадов; *в* — схема функциональных выходов; *г* — схема информационного выхода

Назначение выводов: *D* — информационный вход; *C* — вход тактирования (сдвига); *Г* — вход гашения; вывод *10* — выход информации; выводы *3—9*, *11—17* — функциональные выходы; вывод *19* — $U_{пит}$; вывод *1* — общий.

Запись информации, поступающей на вход *D*, осуществляется по срезу импульса тактирования, длительность которого (перепады) должна быть не более 0,2 мкс. Сама исходная информация в виде высокого или низкого уровня напряжения должна поступать на информационный вход не менее чем за 0,1 мкс до тактового импульса. Функциональные выходы регистра подключаются к выводам строк и столбцов матричного цифро-буквенного индикатора на основе светодиодных структур с организацией 7×5. Емкость регистра 14 бит. Свечение индикатора обеспечивается при высоком логическом уровне напряжения на входе гашения.

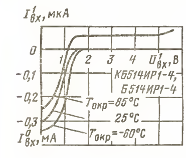
Электрические параметры при $T_{окр}=25\,°C$

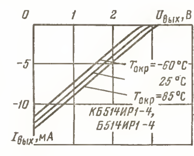
Входной ток в состоянии логического 0 (вытекающий) при $U^0_{вх}=0{,}4$ В, не более	0,4 мА
Входной ток в состоянии логической 1 (втекающий) при $U^1_{вх}=2{,}4$ В, не более	40 мкА

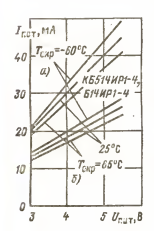
Выходное напряжение в состоянии логического 0, не более	0,4 В
Выходное напряжение в состоянии логической 1, не менее	2,4 В
Выходной ток в состоянии логического 0, не более	70 мкА
Выходной ток в состоянии логической 1	8—16,5 мА
Ток потребления, не более	53 мА

Предельные эксплуатационные данные

Напряжение питания	(5±0,5) В
Входное напряжение	—0,5÷ +5,5 В
Выходное напряжение	—0,5÷ +5,5 В
Частота тактирования	3 МГц
Диапазон рабочей температуры окружающей среды	—60÷ +85 °С







Типовые входные вольт-амперные характеристики при различных значениях температуры окружающей среды

Типовые выходные характеристики для информационного выхода в открытом состоянии

Типовые зависимости тока потребления от напряжения питания (все разряды регистра в состоянии высокого логического уровня):

а — на входе гашения: $U^1_{вх}$ =2,4 В; *б* — на входе гашения: $U^0_{вх}$ =0,4 В

Раздел 5
ПОЛУПРОВОДНИКОВЫЕ МОДУЛИ ЭКРАНА

5.1. УСТРОЙСТВО, ПАРАМЕТРЫ, ПРИМЕНЕНИЕ

Полупроводниковые модули экрана, или графические полупроводниковые индикаторы, изготавливаются на основе диодных светоизлучающих структур и представляют собой индикаторы матричного типа квадратной конфигурации с перекрестной коммутацией элементов. Число элементов в строке и в столбце не менее 8.

В качестве исходных материалов для изготовления полупроводниковых модулей экрана используют фосфид галлия для получения диодных структур зеленого цвета свечения и тройные соединения галлий—фосфор—мышьяк, галлий—алюминий—мышьяк для получения красного свечения.

Выпускаются также приборы с двойным энергетическим преобразованием на основе кристаллов арсенидогаллия, покрытых антистоксовым люминофором.

Набор параметров и характеристик для модулей экрана тот же, что и для полупроводниковых цифро-буквенных индикаторов.

Основой конструкции корпуса приборов является керамический держатель, который содержит 64 монтажные ячейки под кристаллы светодиодов. Размещенные в ячейках кристаллы образуют матрицу 8×8 (восемь строк и восемь столбцов). В верхнем слое держателя сделаны восемь топологических строчных дорожек для присоединения к ним анодных выводов кристаллов светодиодов. Во втором слое имеются восемь столбцовых дорожек. К ним присоединяются катоды светодиодов. Столбцовые и строчные дорожки на стадии сборки прибора припаиваются к наружным выводам корпуса модуля экрана для подключения к внешним схемам управления мультиплексного режима питания.

Керамический держатель прибора закрывается светопроводящей пластмассой, обеспечивающей дискретный вывод света от каждого излучающего кристалла и возможность бесшовной стыковки модулей между собой при сборке экранов отображения графической и символьной информации.

Принцип управления светодиодными модулями аналогичен записи информации в полупроводниковое запоминающее устройство с матричной организацией.

На рис. 5.1 показана функциональная схема управления модулем, которая содержит дешифраторы строк и столбцов, формирователи тока и устройство, вырабатывающее управляющие сигналы.

Для управления экраном графической информации, собранным из светодиодных модулей, применена функциональная схема, показанная на рис. 5.2.

Все первичные изображения и символы в закодированном виде записаны в *ПЗУ*. Двоичный счетчик *СТ2*, принимая на вход от генератора тактовые импульсы *ТИ* с периодом 50 мкс, работает в режиме прибавления единицы к содержимому и совместно с дешифратором *DC* осуще-

ствляет сканирование экрана. Одновременно сканируемый адрес направляется в *ПЗУ*. Код первичного изображения определяется содержимым *ЗУ* кадров, на входы которого вместе с кодом кадра поступает код записываемого в кадр первичного изображения. При такой схеме среднее время ввода информации в кадр составляет менее 10 мс.

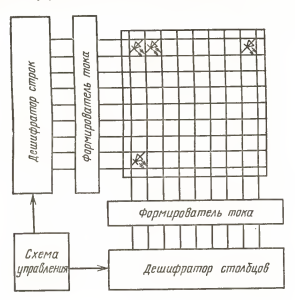


Рис. 5.1. Функциональная схема управления модулем экрана

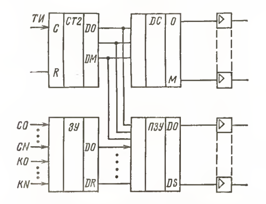


Рис. 5.2. Функциональная схема управления экраном графической информации

5.2. СПРАВОЧНЫЕ ДАННЫЕ МОДУЛЕЙ ЭКРАНА

АЛС347А, 3ЛС347А

Модули экрана с размером поля свечения 10×10 мм. Число элементов 64. Изготавливаются на основе светодиодных структур галлий—фосфор—мышьяк. Цвет свечения красный. Выпускаются в пластмассовых корпусах. Масса не более 3,5 г.

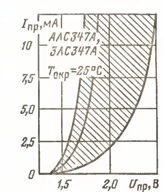
Модули не маркируются. Тип модуля указывается на вкладыше.

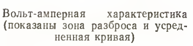
Электрические и световые параметры при $T_{окр}$=25 °С

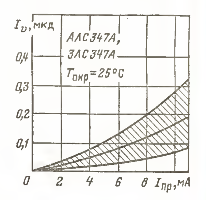
Сила света одного элемента при $I_{пр}$=10 мА, не менее . .	0,1 мкд
Постоянное прямое напряжение при $I_{пр}$=10 мА, не более .	2,5 В
Максимум спектрального распределения излучения на длине волны	0,66 мкм
Разброс значений силы света элементов в одном модуле при $I_{пр}$=10 мА, не более	4 раза

Предельные эксплуатационные данные

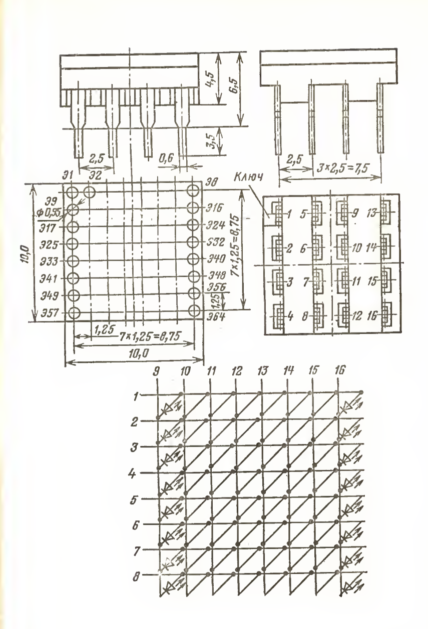
Постоянный прямой ток через один элемент:	
при $T_{окр}\leqslant$35 °С	11 мА
при $T_{окр}$=70 °С	3 мА
Импульсный прямой ток через один элемент при $\tau_и$= =20 мс, $I_{ср}\leqslant I_{пр max}$:	
при $T_{окр}\leqslant$35 °С	200 мА
при $T_{окр}$=70 °С	56 мА
Мощность рассеяния модуля:	
при $T_{окр}\leqslant$35 °С	340 мВт
при $T_{окр}$=70 °С	90 мВт
Постоянное обратное напряжение	2 В
Диапазон рабочей температуры окружающей среды . .	−60÷+70°С

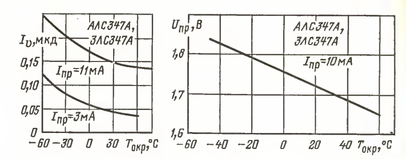



Вольт-амперная характеристика (показаны зона разброса и усредненная кривая)



Зависимость силы света элемента от прямого тока (показаны зона разброса и усредненная кривая)


4,5
6,5
3,5
2,5
0,6
2,5
3×2,5=7,5
Э1
Э2
Э8
Ключ
Э9
Φ0,55
Э16
Э17
Э24
Э25
Э32
Э33
Э40
Э41
Э48
Э49
Э56
Э57
Э64
10,0
7×1,25=8,75
1,25
1,25
7×1,25=8,75
10,0
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16



Типовые зависимости силы света элемента от температуры окружающей среды при различных значениях прямого тока

Типовая зависимость прямого напряжения от температуры окружающей среды

КИПГ01А-8×8Л, ИПГ01А-8×8Л

Модули экрана с размером поля свечения 10×10 мм. Число элементов 64. Изготавливаются на основе арсенидогаллиевых излучающих структур и антистоксовых люминофоров. Цвет свечения зеленый. Выпускаются в пластмассово-керамических корпусах. Масса не более 1,5 г.

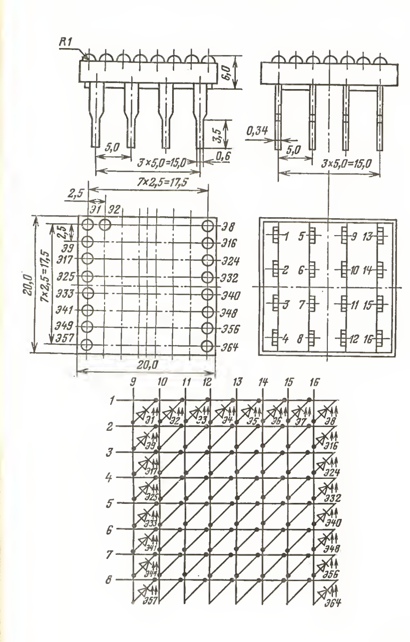
Маркировка на приборе отсутствует. Тип проставляется на вкладыше к упаковке. Точкой черного цвета обозначается первый вывод модуля экрана.

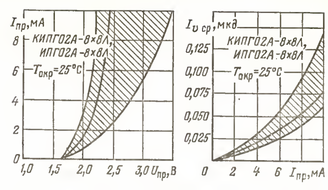
Электрические и световые параметры при $T_{окр}=25$ °С

Средняя сила света одного элемента при $I_{пр}=20$ мА, не менее	0,1 мкд
Постоянное прямое напряжение при $I_{пр}=20$ мА, не более	2 В
Максимум спектрального распределения излучения на длине волны	0,55 мкм
Разброс значений силы света элементов в одном модуле	4 раза

Предельные эксплуатационные данные для всего диапазона рабочих температур

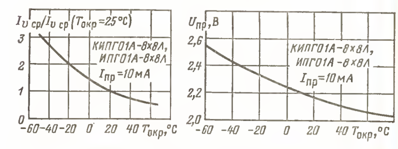
Импульсный прямой ток через один элемент:	
при $\tau_и \leqslant 3$ мс и $Q=8$	40 мА
при $\tau_и \leqslant 3$ мс и $Q=4$	20 мА
Мощность рассеяния модуля	500 мВт
Постоянное обратное напряжение	2 В
Диапазон рабочей температуры окружающей среды	−60÷+70° С


R1
6,0
3,5
0,6
5,0
3×5,0=15,0
0,34
5,0
3×5,0=15,0
7×2,5=17,5
2,5
Э1 Э2
2,5
Э9
Э17
Э25
Э33
Э41
Э49
Э57
Э8
Э16
Э24
Э32
Э40
Э48
Э56
Э64
20,0
7×2,5=17,5
20,0
1 5 9 13
2 6 10 14
3 7 11 15
4 8 12 16
9 10 11 12 13 14 15 16
1
2
3
4
5
6
7
8



Вольт-амперная характеристика (показаны зона разброса и усредненная кривая)

Зависимость силы света элемента от прямого тока (показаны зона разбрсса и усредненная кривая)



Зависимость средней силы света (в относительных единицах) от температуры окружающей среды

Типовая зависимость прямого напряжения от температуры окружающей среды

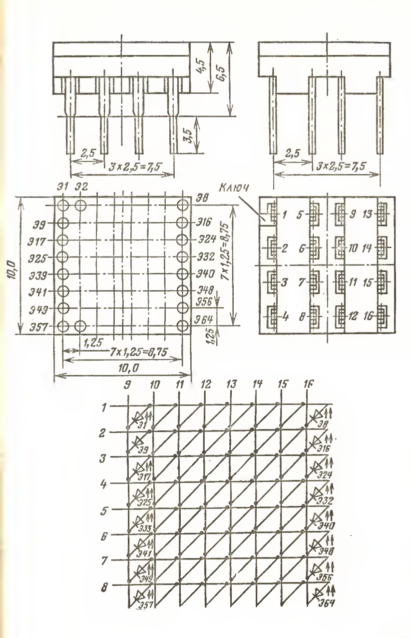
КИПГ02А-8×8Л, ИПГ02А-8×8Л

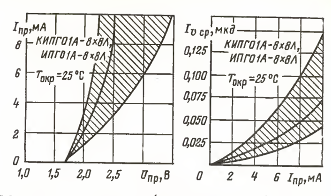
Модули экрана с размером поля свечения 10×10 мм. Число элементов 64. Изготавливаются на основе фосфида галлия. Цвет свечения зеленый. Выпускаются в пластмассовых корпусах. Масса не более 3 г.

Модули маркируются цветными точками на корпусе: КИПГ02-8×8Л — одной зеленой; ИПГ02А-8×8Л — двумя зелеными.

Электрические и световые параметры при $T_{окр}$=25 °С

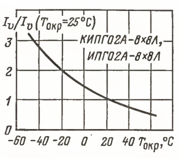
Средняя сила света одного элемента при $I_{пр}$=10 мА, не менее	0,06 мкд
Постоянное прямое напряжение при $I_{пр}$=10 мА, не более	3,6 В
Разброс значений силы света элементов в одном модуле	4 раза


4,5
6,5
3,5
2,5
3x2,5=7,5
2,5
3x2,5=7,5
Э1 Э2
Э8
Ключ
Э9
Э16
Э17
Э24
7x1,25=8,75
Э25
Э32
10,0
Э33
Э40
Э41
Э48
Э56
Э49
Э57
Э64
1,25
1,25
7x1,25=8,75
10,0
1 5 9 13
2 6 10 14
3 7 11 15
4 8 12 16
9 10 11 12 13 14 15 16
1 2 3 4 5 6 7 8
Э1 Э8 Э9 Э16 Э17 Э24 Э25 Э32 Э33 Э40 Э41 Э48 Э49 Э56 Э57 Э64

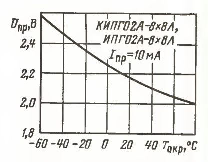


Вольт-амперная характеристика (показаны зона разброса и усредненная кривая)

Зависимость средней силы света элемента от прямого тока (показаны зона разброса и усредненная кривая)



Зависимость силы света (в относительных единицах) от температуры окружающей среды



Типовая зависимость прямого напряжения от температуры окружающей среды

Предельные эксплуатационные данные

Постоянный или средний прямой ток через один элемент:

при $T_{окр} \leqslant 35$ °С	11 мА
при $T_{окр} = 70$ °С	3 мА

Импульсный прямой ток через один элемент при $\tau_и \leqslant$ $\leqslant 20$ мс:

при $T_{окр} \leqslant 35$ °С	280 мА
при $T_{окр} = 70$ °С	85 мА

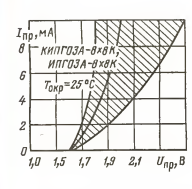
Мощность рассеяния модуля:

при $T_{окр} \leqslant 35$ °С	640 мВт
при $T_{окр} = 70$ °С	180 мВт
Постоянное обратное напряжение	2 В
Диапазон рабочей температуры окружающей среды	$-60 \div +70$ °С

КИПГ03А-8×8К, ИПГ03А-8×8К

Модули экрана с размером поля свечения 20×20 мм. Число элементов 64. Изготавливаются на основе твердых растворов галлий—алюминий—мышьяк по планарной технологии. Цвет свечения красный. Выпускаются в пластмассовых корпусах. Масса не более 6,5 г.

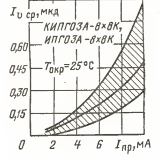
Модули КИПГ03А-8×8К маркируются одной черной точкой, а ИПГ03А-8×8К не маркируются, тип модуля обозначается на вкладыше.

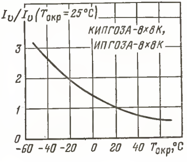


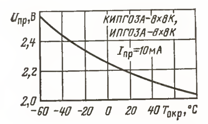
Вольт-амперная характеристика (показаны зона разброса и усредненная кривая)

Зависимость средней силы света элемента от прямого тока (показаны зона разброса и усредненная кривая)

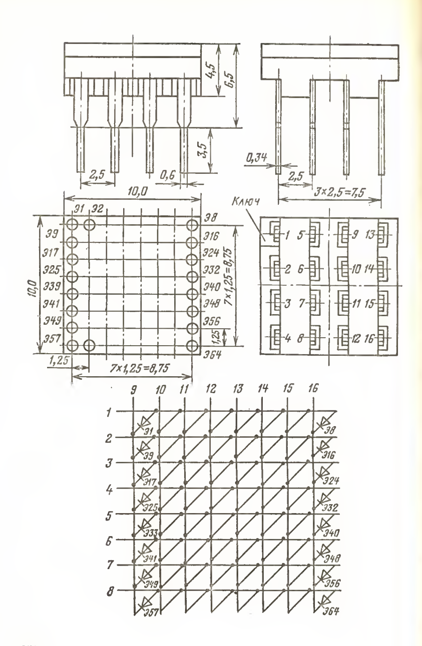
Зависимость силы света (в относительных единицах) от температуры окружающей среды







Типовая зависимость прямого напряжения от температуры окружающей среды



4,5
6,5
3,5
2,5
0,6
0,34
2,5
3×2,5=7,5
10,0
Ключ
Э1 Э2
Э8
Э9
Э16
Э17
Э24
Э25
Э32
Э33
Э40
Э41
Э48
Э49
Э56
Э57
Э64
10,0
7×1,25=8,75
1,25
1,25
7×1,25=8,75
1 5 9 13
2 6 10 14
3 7 11 15
4 8 12 16
9 10 11 12 13 14 15 16
1
2
3
4
5
6
7
8

Электрические и световые параметры при $T_{окр}=25\,°C$

Сила света одного элемента при $I_{пр}=10$ мА, не менее .	0,35 мкд
Постоянное прямое напряжение при $I_{пр}=10$ мА, не более	2,5 В
Разброс значений силы света элементов в одном модуле, не более	4 раза

Предельные эксплуатационные данные

Постоянный или средний прямой ток через один элемент:	
при $T_{окр}\leqslant35\,°C$	11 мА
при $T_{окр}=70°C$	3 мА
Импульсный прямой ток через один элемент при $\tau_и\leqslant$ $\leqslant20$ мс, $Q=1200$:	
при $T_{окр}\leqslant35\,°C$	180 мА
при $T_{окр}=70°C$	65 мА
Мощность рассеяния модуля:	
при $T_{окр}\leqslant35\,°C$	440 мВт
при $T_{окр}=70°C$	120 мВт
Постоянное обратное напряжение	2 В
Диапазон рабочей температуры окружающей среды .	$-60\div+70\,°C$

5.3. МИКРОСХЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ МОДУЛЯМИ ЭКРАНА

514ИР2А, 514ИР2Б

Регистры-формирователи импульсов управления светодиодной матрицей 8×8. Выпускаются в металлостеклянном корпусе. При эксплуатации крепятся к радиатору с тепловым сопротивлением не более 20 °С/Вт.

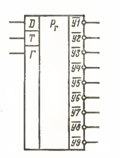
Предназначены для управления модулями экрана на основе светоизлучающих диодных структур.

Графическое обозначение микросхемы приведено ниже.

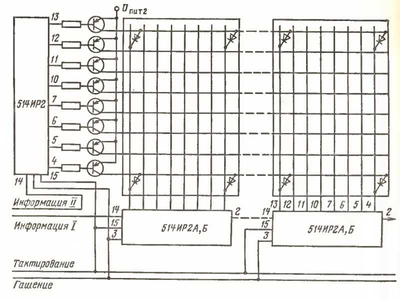
Назначение выводов: *D* — информационный вход; *Т* — тактовый вход; *Г* — вход гашения; $\overline{У1}$—$\overline{У8}$ — управляющие выходы, подключаемые к строкам или столбцам матрицы; *У9* — выход передачи информации в последующий регистр; вывод *16* — $U_{пит1}$ (напряжение питания по цепи регистра); вывод *1* — $U_{пит2}$ (напряжение питания по цепи формирователей); выводы *8* и *9* — общая шина.

Запись информации в регистр, поступающей на вход *D*, а также одновременный сдвиг ранее записанной информации происходят по срезу импульса тактирования при условии высокого логического уровня на входе «гашение». При этом импульс записи должен перекрывать импульс тактирования.

Восемь тактирующих импульсов заполняют информацией весь регистр, девятый тактовый импульс формирует логический сигнал (на выходе $\overline{У9}$) для передачи в последующий регистр.



Графическое обозначение микросхем 514ИР2А, 514ИР2Б



Структурная схема подключения модулей экрана к микросхемам 514ИР2А, 514ИР2Б

При установлении иа входе гашения состояния логического 0 все управляющие выходы микросхемы переводятся в запертое состояние (на $\overline{У1}$—$\overline{У8}$ устанавливаются уровни логических единиц); при этом ранее записанная информация в регистре сохраняется.

Приведем характерные входные (на входах T, D, $Г$) и выходные ($\overline{У1}$, $\overline{У2}$, $\overline{У3}$, $\overline{У4}$, $\overline{У5}$, $\overline{У6}$, $\overline{У7}$, $\overline{У8}$, $\overline{У9}$) состояния микросхемы при условии подачи иа вход T иепрерывной последовательности импульсов тактирования:

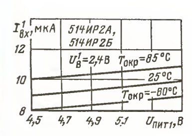
111 — 111111111, 011 — 011111111, 111 — 011111111, 011 — 001111111,

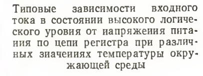
111 — 001111111, 011 — 000111111, 111 — 000111111, 011 — 000011111,

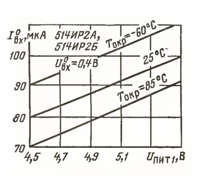
111 — 110011111, 011 — 000001111, 101 — 000001111, 001 — 100000111,

101 — 100000111, 001 — 110000011, 111 — 110000011, 011 — 011000001,

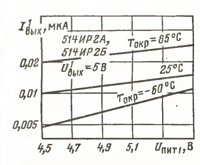
111 — 011000001, 011 — 001100000, 101 — 111111110, 011 — 000110000.



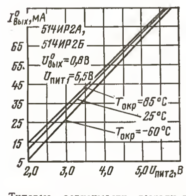

Типовые зависимости входного тока в состоянии высокого логического уровня от напряжения питания по цепи регистра при различных значениях температуры окружающей среды



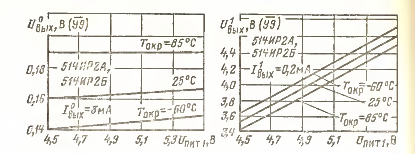
Типовые зависимости входного тока в состоянии низкого логического уровня от напряжения питания по цепи регистра при различных значениях температуры окружающей среды



Типовые зависимости выходного тока в состоянии высокого логического уровня от напряжения питания по цепи регистра при различных значениях температуры окружающей среды

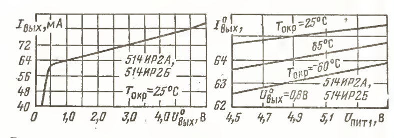


Типовые зависимости выходного тока в состоянии низкого логического уровня от напряжения питания по цепи формирователей при различных значениях температуры окружающей среды



Типовые зависимости выходного напряжения в состоянии низкого логического уровня (по выходу $\overline{У9}$) от напряжения питания по цепи регистра при различных значениях температуры окружающей среды

Типовые зависимости выходного напряжения в состоянии высокого логического уровня (по выходу $\overline{У9}$) от напряжения питания по цепи регистра при различных значениях температуры окружающей среды



Типовая вольт-амперная характеристика в состоянии низкого логического уровня

Типовые зависимости выходного тока в состоянии низкого логического уровня (по управляющим выходам $\overline{V1}$—$\overline{V8}$) от напряжения питания по цепи регистра при различных значениях температуры окружающей среды

Электрические параметры при $T_{окр}=25\,°C$

Входной ток в состоянии логического 0 (втекающий), при $U_{вх}=0{,}4$ В, не более . . . . 1,0 мА

Входной ток в состоянии логической 1 (вытекающий) при $U_{вх}=2{,}4$ В, не более . . . . 40 мкА

Выходное напряжение в состоянии логического 0 на выходе $\overline{У9}$ при $I^0_{вых}=3$ мА, не более . . . . 0,4 В

Выходное напряжение в состоянии логической 1 на выходе $\overline{У9}$ при $I^1_{вых}=0{,}2$ мА, не менее . . . . 2,4 В

Выходной ток в состоянии логического 0 на выходах $\overline{У1}$—

$\overline{У8}$ при $U^0_{вых}=0,8$ В, не менее . . . . 50 мА

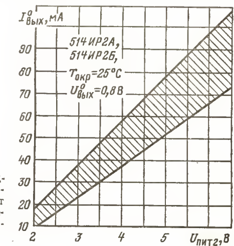
Выходной ток в состоянии логической 1 на выходах $\overline{У1}$—$\overline{У8}$ при $U^1_{вых}=5$ В, не более . . . . 100 мкА

Ток потребления по цепи регистра при $U_{п1}=5,5$ В, не более 55 мА

Ток потребления по цепи управления формирователей при $U_{п2}=5$ В, не более . . . . 60 мА

Предельные эксплуатационные данные

Напряжение питания по цепи регистра	(5±0,5) В
Напряжение питания формирователей	2—6 В
Входное напряжение	—0,3÷ +5,5 В
Выходное напряжение на выходах $\overline{У1}$—$\overline{У8}$ . . .	2—6 В
Выходное напряжение на выходах $\overline{У1}$—$\overline{У8}$ в состоянии логического 0 (пороговое напряжение низкого уровня)	0,8 В
Суммарный выходной ток на выходах $\overline{У1}$—$\overline{У8}$ . .	250 мА
Минимальная длительность импульса тактирования и записи информации:	
514ИР2А	125 нс
514ИР2Б	200 нс
Минимальный интервал между срезами входных импульсов тактирования и записи информации . .	30 нс
Максимальная частота тактирования и следования импульсов записи:	
514ИР2А	4 МГц
514ИР2Б	2,5 МГц
Диапазон рабочей температуры окружающей среды	—60÷ +85 °С



Типовая зависимость выходного тока в состоянии низкого логического уровня от напряжения питания по цепи формирователей (показана зона разброса)

Раздел 6
ЭЛЕКТРОЛЮМИНЕСЦЕНТНЫЕ ИНДИКАТОРЫ

6.1. ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ, ПАРАМЕТРЫ, ПРИМЕНЕНИЕ

Электролюминесцентиый индикатор (рис. 6.1) представляет собой плоский конденсатор, одной из обкладок которого является сплошной прозрачный электрод, а другой — электрически разделенные металлические площадки (мозаичный электрод).

Между электродами размещается тонкопленочная структура из люминесцентного порошка, приготовленного иа основе сульфида цинка, легированного специальными активаторами. При приложении к электродам индикатора переменного напряжения в слое люминесцентного порошка возникает световое излучение. В зависимости от примененного активатора получают различные цвета свечения: зеленый, желтый, голубой, красный. Технологически для получения индикатора используют стеклянную подложку, иа которую методом электронно-лучевого испарения в вакууме наносится рабочая пленка люминесцентного порошка, заключенная между двумя изолирующими слоями, например пленками оксида иттрия.

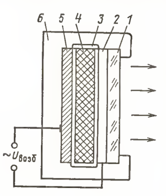


Рис. 6.1. Устройство электролюминесцентного индикатора:

1 — стекло; *2* — прозрачный электрод; *3* — изолирующая пленка; *4* — слой люминофора; *5* — металлический электрод; *6* — пластмассовый корпус

Передний электрод делается прозрачным, задний — из непрозрачной алюминиевой пленки заданной конфигурации.

Напыление алюминиевых сегментов и контактных площадок выполняется испарением металла в вакууме с помощью специального трафарета. Для создания сложных рисунков используется метод фотолитографии. Возбуждение электролюминесцентных индикаторов осуществляется переменным напряжением синусоидальной или прямоугольной формы с эффективным значением до 250 В частотой от 400 Гц до 5 кГц.

Основными параметрами электролюминесцентных индикаторов являются следующие:

яркость L — отношение силы света к площади излучающей поверхности индикатора при заданных напряжении и частоте возбуждения;

неравномерность свечения $H_{св}$ отдельных элементов индикатора, определяемая (в процентах) по формуле $H_{св}=(L_{эл}-L_{ср})/L_{ср}$, где $L_{эл}$ — яркость любого из пяти элементов; $L_{ср}$ — средняя яркость этих элементов;

контраст возбужденных элементов K по отношению к невозбужденным (фону), определяемый по формуле $K=(L_{возб}+L_ф)/L_ф$, где $L_{возб}$ — яркость возбужденного элемента; $L_ф$ — яркость невозбужденных элементов (фона);

напряжение возбуждения $U_{возб}$ — номинальное значение эффективного переменного напряжения заданной частоты, приложенного к элементам индикатора.

Для конкретных типов индикаторов в справочных данных указываются также минимальное напряжение возбуждения $U_{возб\,min}$, при котором гарантируется заданная яркость, и максимальное напряжение возбуждения $U_{возб\,max}$, при котором обеспечивается надежная работа индикатора в течение установленного времени.

Основной характеристикой индикатора является зависимость яркости от напряжения возбуждения. Яркость растет с повышением напряжения и частоты. Напряжение выше 250 В считается опасным для приборов. Яркость индикаторов заметно снижается в процессе эксплуатации. За 1000—5000 ч яркость может снизиться в 2—3 раза по сравнению с первоначальной.

Однако в последние годы проведены работы, показывающие, что темп деградации яркости может быть во много раз уменьшен, а срок службы индикаторов соответственно повышен.

Изготавливаются эти приборы в пластмассовых корпусах с выводами на задней панели под распайку или под разъем.

Электролюминесцентные индикаторы могут применяться как информационные табло, информационные надписи и световые указатели (особенно больших форматов), плоские источники рассеянного света. Их несомненные преимущества: низкая потребляемая мощность, получение всех цветов свечения, низкая себестоимость.

Рис. 6.2. Трансформаторная схема коммутации индикатора

Имеются перспективы создания электролюминесцентного телевизионного экрана. В отличие от электронно-лучевой трубки электролюминесцентный экран имеет плоскую конструкцию и более простое управление, не требует высокого напряжения, а также обладает полным набором цветового спектра.

В настоящее время наиболее оправдано применение электролюминесцентных индикаторов в крупногабаритных многоцветных системах отображения информации группового пользования. Например, индикатор типа ЭЭЛ2 предназначен для применения в виде отдельных панелей в сборных многоцветных крупноформатных мнемосхемах, используемых для отображения состояния сложных систем.

Индикатор ЭЭЛ1 предназначен для отображения информации, в том числе для индикации положения объекта на рабочем поле из 133 светящихся строк.

Особенностью применения электролюминесцентных индикаторов (ЭЛИ) является необходимость коммутировать переменное напряжение 220 В.

Ниже приведен ряд электрических схем включения ЭЛИ и описаны их особенности.

В схеме, изображенной на рис. 6.2, роль коммутирующего элемента выполняет транзистор. При отсутствии сигнала на базе транзистор *VT1* заперт, ток через первичную обмотку трансформатора не протекает, индикатор не возбужден. При подаче на базу транзистора сигнала с частотой 40 Гц на вторичной обмотке повышающего трансформатора появляется переменное напряжение с эффективным значением около 220 В.

На рис. 6.3 и 6.4 показаны бестрансформаторные схемы коммутации электролюминесцентных индикаторов. В схеме на рис. 6.3 при поступлении положительного сигнала на управляющий электрод коммутационный тиристор переходит в проводящее состояние. Особенностью тиристора данного типа является его двунаправленная проводимость. После того как тиристор открылся, все рабочее напряжение внешнего питающего генератора прикладывается к соответствующему сегменту индикатора.

Схема применения более мощного симметричного тиристора типа КУ208Г для коммутации электролюминесцентного индикатора представлена на рис. 6.4. Входной сигнал, поступающий на базу транзистора

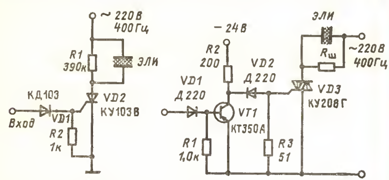


Рис. 6.3. Бестрансформаторная схема коммутации индикатора

Рис. 6.4. Схема коммутации сегмента с большой светящейся площадью

VT1, формирует на коллекторе отрицательный импульс, который, проходя через диод на управляющий электрод симметричного тиристора *VD3*, открывает его. При этом загорается соответствующий сегмент или знак индикатора. Для устранения засветки индикатора от токов утечки симметричного тиристора параллельно сегментам включается шунтирующий резистор. Перспективным прибором для коммутации электролюминесцентного индикатора является резисторный оптрон, который обладает высокой надежностью, простотой управления, практически исключает паразитную засветку сегментов индикатора.

Управление электролюминесцентными матричными индикаторами с построчной адресацией имеет свои особенности. Структурная схема управления для индикатора с организацией семь строк на пять столбцов показана на рис. 6.5.

Все сегменты матрицы связаны с источником питания: построчно через управляющие элементы *УЭ1—УЭ7*, а по столбцам через *УЭ1—УЭ5*. Схема содержит коммутатор строк и два регистра, связанных со столбцами индикатора. Входная информация, соответствующая состоянию

первой строки, в виде двоичного 5-разрядного числа поступает во входной регистр. Затем на регистры и коммутатор подаются два установочных импульса, первый из которых приводит выходной регистр в исходное состояние (обнуляет), а второй дает команду передачи информации из входного регистра в выходной и одновременно выдает сигнал коммутатору на включение управляющего элемента первой строки матрицы. В это время во входной регистр вводится новый двоичный код, соответствующий состоянию возбуждения второй строки, и процесс повторяется. Работая в таком режиме, индикатор может отображать непрерывно меняющуюся информацию.

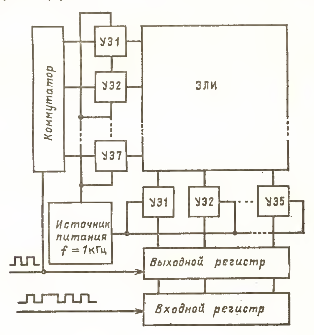


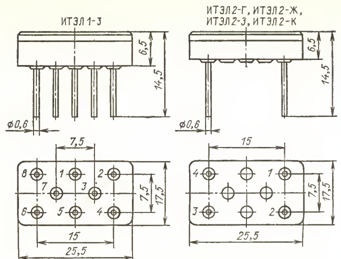
Рис. 6.5. Структурная схема управления матричным электролюминесцентным индикатором

6.2. ОДНОЭЛЕМЕНТНЫЕ ЭЛЕКТРОЛЮМИНЕСЦЕНТНЫЕ ИНДИКАТОРЫ

ИТЭЛ1-3, ИТЭЛ(2-Г, 2-Ж, 2-З, 2-К)

Электролюминесцентные индикаторы со сплошным полем свечения (у ИТЭЛ1-3 7-сегментное поле). Изготавливаются в цельностеклянном корпусе. Масса не более 6 г.

Предназначены для использования в крупногабаритных пультах, экранах и табло.



Электрические и световые параметры при $T_{окр}=25\,°C$

Яркость, не менее:	
ИТЭЛ1-З	15 кд/м²
ИТЭЛ2-Г, ИТЭЛ2-Ж	20 кд/м²
ИТЭЛ2-З	30 кд/м²
ИТЭЛ2-К	10 кд/м²
Неравномерность свечения, не более	10 %
Цвет свечения:	
ИТЭЛ1-З, ИТЭЛ2-З	Зеленый
ИТЭЛ2-Г	Голубой
ИТЭЛ2-Ж	Желтый
ИТЭЛ-К	Красный
Напряжение возбуждения эффективное	220 В
Рабочая частота напряжения возбуждения:	
ИТЭЛ2-З, ИТЭЛ2-Ж, ИТЭЛ2-Г	400 Гц
ИТЭЛ2-К	3 кГц
Минимальная наработка, не менее:	
ИТЭ1-З	1000 ч
ИТЭЛ1-Ж, ИТЭЛ2-З, ИТЭЛ2-К, ИТЭЛ2-Г	1500 ч

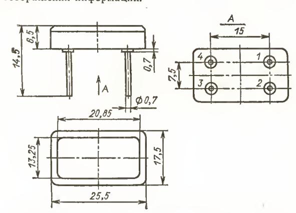
Предельные эксплуатационные данные

Максимальное напряжение возбуждения	245 В
Минимальное напряжение возбуждения	195 В
Диапазон рабочей частоты возбуждения:	
ИТЭЛ2-З, ИТЭЛ2-Ж, ИТЭЛ2-Г	380—420 Гц
ИТЭЛ2-К	2850—3150 Гц
Диапазон рабочей температуры окружающей среды	−60 ÷ +70 °С

ИТЭЛЗ-Ж-1, ИТЭЛЗ-Ж-2, ИТЭЛЗ-З-1, ИТЭЛЗ-З-2, ИТЭЛЗ-К-1, ИТЭЛЗ-К-2

Электролюминесцентные индикаторы со сложным полем свечения. Изготавливаются в цельностеклянном корпусе. Масса не более 6,5 г.

Предназначены для использования в крупногабаритных панелях систем отображения информации.



Электрические и световые параметры при $T_{окр}=25\,°C$

Яркость, не менее:	
ИТЭЛЗ-Ж-1, ИТЭЛЗ-З-1, ИТЭЛЗ-К-2	50 кд/м²
ИТЭЛЗ-Ж-2, ИТЭЛЗ-З-2	100 кд/м²
ИТЭЛЗ-К-1	15 кд/м²
Неравномерность свечения, не более	10 %
Цвет свечения:	
ИТЭЛЗ-Ж-1, ИТЭЛЗ-Ж-2	Желтый
ИТЭЛЗ-З-1, ИТЭЛЗ-З-2	Зеленый
ИТЭЛЗ-К-1, ИТЭЛЗ-К-2	Красный
Напряжение возбуждения эффективное	200 В
Рабочая частота напряжения возбуждения	2,5 кГц
Минимальная наработка, не менее	2000 ч

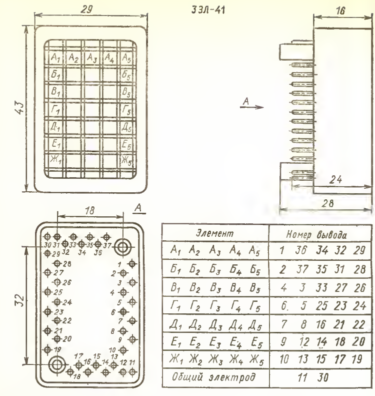
Предельные эксплуатационные данные

Максимальное напряжение возбуждения	240 В
Минимальное напряжение возбуждения	160 В
Диапазон рабочей частоты возбуждения	2000—3000 Гц
Диапазон рабочей температуры окружающей среды	−60÷+70 °С

6.3. МНОГОЭЛЕМЕНТНЫЕ ЭЛЕКТРОЛЮМИНЕСЦЕНТНЫЕ ИНДИКАТОРЫ

ЗЭЛ-41, ЗЭЛ-42

Электролюминесцентные индикаторы с зеленым цветом свечения многоэлементные. Число элементов 35. Размер светящегося элемента

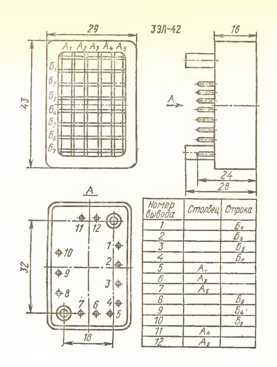


Элемент	Номер вывода
$А_1$ $А_2$ $А_3$ $А_4$ $А_5$	1 36 34 32 29
$Б_1$ $Б_2$ $Б_3$ $Б_4$ $Б_5$	2 37 35 31 28
$В_1$ $В_2$ $В_3$ $В_4$ $В_5$	4 3 33 27 26
$Г_1$ $Г_2$ $Г_3$ $Г_4$ $Г_5$	6 5 25 23 24
$Д_1$ $Д_2$ $Д_3$ $Д_4$ $Д_5$	7 8 16 21 22
$Е_1$ $Е_2$ $Е_3$ $Е_4$ $Е_5$	9 12 14 18 20
$Ж_1$ $Ж_2$ $Ж_3$ $Ж_4$ $Ж_5$	10 13 15 17 19
Общий электрод	11 30

3,6×3,6 мм; размер рабочего поля 31,2×22 мм. Выпускаются в пластмассовых корпусах. Масса не более 25 г.

Электрические и световые параметры при $T_{окр}=25\,°C$

Яркость, не менее	20 кд/м²
Неравномерность свечения, не более	16 %
Контраст в относительных единицах 3ЭЛ-42, не менее	6
Напряжение возбуждения:	
3ЭЛ-41, эффективное	220 В
3ЭЛ-42 при амплитуде компенсирующих импульсов 105 В и частоте 2000 Гц амплитудное	210 В
Рабочая частота напряжения возбуждения	400 Гц
Минимальная наработка, не менее:	
3ЭЛ-41	2000 ч
3ЭЛ-42	1000 ч



Номер вывода	Столбец	Строка
1		$Б_1$
2		$Б_3$
3		$Б_5$
4		$Б_7$
5	A_1	
6	A_3	
7	A_5	
8		$Б_6$
9		$Б_4$
10		$Б_2$
11	A_4	
12	A_2	

Предельные эксплуатационные данные

Максимальное напряжение возбуждения:

ЗЭЛ-41 эффективное	245 В
ЗЭЛ-42 амплитудное	210 В

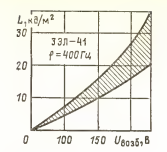
Минимальное напряжение возбуждения:

ЗЭЛ-41 эффективное	198 В
ЗЭЛ-42 амплитудное	200 В

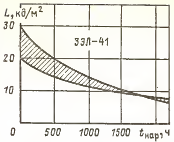
Диапазон рабочей частоты возбуждения:

ЗЭЛ-41	380—500 Гц
ЗЭЛ-42	380—420 Гц

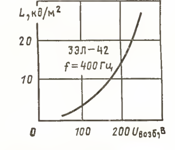
Диапазон рабочей температуры окружающей среды —40÷+70 °С



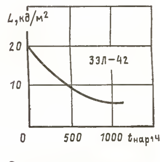
Зависимость яркости от напряжения возбуждения (показана зона разброса)



Зависимость яркости от времени наработки (показана зона разброса)



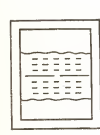
Зависимость яркости от напряжения возбуждения



Зависимость яркости от времени наработки

ЗЭЛ-1

Электролюминесцентные индикаторы с зеленым цветом свечения многоэлементные. Число элементов в виде светящихся полосок 133. Размер светящегося элемента 4×0,7 мм; размер рабочего поля 127×50 мм. Габаритные размеры корпуса 171×89×29 мм. Выпускаются в пластмассовых корпусах.



Вид рабочего поля электролюминесцентного индикатора типа ЗЭЛ-1

Электрические и световые параметры при $T_{окр}$ = 25 °C

Яркость, не менее	25 кд/м²
Неравномерность свечения, не более	10 %
Контраст в относительных единицах, не менее	5

Напряжение возбуждения эффективное . . .	220 В
Рабочая частота напряжения возбуждения . .	1 кГц
Минимальная наработка, не менее	1000 ч

Предельные эксплуатационные данные

Максимальное напряжение возбуждения . . .	250 В
Минимальное напряжение возбуждения	220 В
Диапазон рабочей частоты возбуждения . . .	400—1000 Гц
Диапазон рабочей температуры окружающей среды	—60÷ +70 °С

ЗЭЛ-2

Электролюминесцентные индикаторы многоэлементные мозаичные. Число элементов 59. Размер рабочего поля 285×285 мм. Габаритные размеры 301×301×45 мм.

Выпускаются в пластмассовом корпусе с различным цветом свечения элементов: красным, желтым, зеленым, синим.

Электрические и световые параметры при $T_{окр}=25\,°C$

Яркость элемента цвета свечения, не менее:	
красного	4 кд/м²
желтого и зеленого	20 кд/м²
синего	15 кд/м²
Напряжение возбуждения эффективное	220 В
Рабочая частота напряжения возбуждения элементов цвета свечения:	
красного	1000 Гц
желтого, зеленого и синего	400 Гц
Минимальная наработка, не менее	500 ч

Предельные эксплуатационные данные

Максимальное напряжение возбуждения . . .	250 В
Минимальное напряжение возбуждения . . .	220 В
Диапазон рабочей частоты возбуждения . . .	400—1000 Гц
Диапазон рабочей температуры окружающей среды	1—55 °С

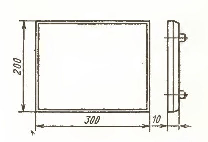
6.4. МНЕМОНИЧЕСКИЕ ЭЛЕКТРОЛЮМИНЕСЦЕНТНЫЕ ИНДИКАТОРЫ

ИЭМ1-160М

Электролюминесцентные мнемонические индикаторы. Выпускаются в пластмассовом корпусе с разъемами. Масса не более 1100 г.

Предназначены для отображения информации на мнемосхемах и пультах.

Изготавливаются различного цвета свечения.



Электрические и световые параметры при $T_{окр}=25\ °C$

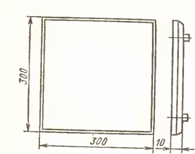
Яркость свечения элементов, не менее:

желтого и зеленого цвета	25 кд/м²
красного цвета	10 кд/м²
синего цвета	15 кд/м²
Напряжение возбуждения эффективное	220 В
Рабочая частота напряжения возбуждения	1,2 кГц
Минимальная наработка	1000 ч

Предельные эксплуатационные данные

Максимальное напряжение возбуждения	240 В
Минимальное напряжение возбуждения	200 В
Диапазон рабочей частоты возбуждения	1080—1320 Гц
Диапазон рабочей температуры окружающей среды	—40÷ +55 °С

ИЭМ1-200М



Электролюминесцентные мнемонические индикаторы. Выпускаются в пластмассовом корпусе с разъемами. Масса не более 1600 г.

Предназначены для отображения информации на мнемосхемах и пультах. Изготавливаются различного цвета свечения.

Электрические и световые параметры при $T_{окр}=25\ °C$

Яркость свечения элементов, не менее:

желтого и зеленого цветов	25 кд/м²
красного цвета	10 кд/м²
синего цвета	15 кд/м²
Напряжение возбуждения эффективное	220 В
Рабочая частота напряжения возбуждения	1,2 кГц
Минимальная наработка	1000 ч

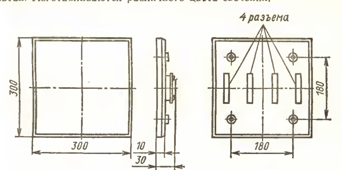
Предельные эксплуатационные данные

Максимальное напряжение возбуждения	240 В
Минимальное напряжение возбуждения	200 В
Диапазон рабочей частоты возбуждения	1080—1320 Гц
Диапазон рабочей температуры окружающей среды	—40÷ +55 °С

ИЭМ2-200М, ИЭМ5-131М, ИЭМ6-192М, ИЭМ8-192М, ИЭМ9-197М, ИЭМ14-198М

Электролюминесцентные мнемонические индикаторы. Выпускаются в пластмассовом корпусе с разъемами. Масса не более 1800 г.

Предназначены для отображения информации на мнемосхемах и пультах. Изготавливаются различного цвета свечения.



Электрические и световые параметры при $T_{окр} = 25\,°C$

Яркость свечения элементов, не менее:	
желтого и зеленого цветов	25 кд/м²
красного цвета	10 кд/м²
синего цвета	15 кд/м²
Напряжение возбуждения эффективное	220 В
Рабочая частота напряжения возбуждения	1,2 кГц
Минимальная наработка	1000 ч

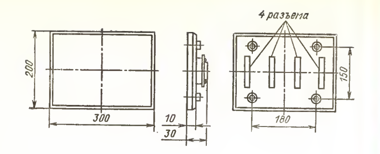
Предельные эксплуатационные данные

Максимальное напряжение возбуждения	240 В
Минимальное напряжение возбуждения	200 В
Диапазон рабочей частоты возбуждения	1080—1320 Гц
Диапазон рабочей температуры окружающей среды	−40÷+55 °C

ИЭМ2-160М, ИЭМ1-148М, ИЭМ7-159М, ИЭМ10-120М, ИЭМ11-149М, ИЭМ12-138М, ИЭМ13-156М, ИЭМ15-90М, ИЭМ16-116М

Электролюминесцентные мнемонические индикаторы. Выпускаются в пластмассовом корпусе с разъемами. Масса не более 1300 г. Предназначены для отображения информации на мнемосхемах и пультах. Изготавливаются различного цвета свечения.

Рабочее поле ИЭМ1-160М, ИЭМ2-160М, ИЭМ1-148М, ИЭМ7-159М, ИЭМ10-120М, ИЭМ11-149М, ИЭМ12-138М, ИЭМ13-156М, ИЭМ15-90М, ИЭМ16-116М представляет собой прямоугольник размером 300×200 мм, а ИЭМ1-200М, ИЭМ2-200М, ИЭМ5-131М, ИЭМ6-192М, ИЭМ8-192М, ИЭМ9-197М, ИЭМ14-198М — квадрат 300×300 мм.



На рабочем поле ИЭМ1-160М, ИЭМ2-160М размещены 160 светящихся элементов 12,3×10,7 мм, расположенных в восьми горизонтальных рядах по 20 элементов в каждом ряду. У ИЭМ1-200М, ИЭМ2-200М — 200 светящихся элементов 12,3×10,7 мм в десяти горизонтальных рядах по 20 элементов в каждом ряду.

На рабочем поле ИЭМ5-131М изображена карта Советского Союза с указанием двенадцати временных поясов и двух циферблатов для отображения московского и местного времени.

Рабочее поле ИЭМ6-192М состоит из 192 светящихся элементов, имеющих вид прямоугольников, ромбов, кругов и других более сложных фигур.

Рабочее поле ИЭМ8-192М состоит из 192 элементов в виде прямоугольников и сегментов колец.

Рабочее поле ИЭМ9-192М состоит из 192 элементов в виде квадратов, прямоугольников, кругов и ромбов.

Рабочее поле ИЭМ14-198М состоит из 198 светящихся элементов, расположенных в девять рядов.

Индикаторы ИЭМ1-148М состоят из 148 элементов в виде прямоугольников, кружков, стрелок, ромбов.

В рабочем поле ИЭМ7-159М расположены 159 элементов прямоугольной и квадратной формы.

Рабочее поле ИЭМ10-120М разделено на шесть горизонтальных строк по 20 элементов в каждой строке. Элементы имеют вид прямоугольников, треугольников, ромбов, квадратов и других фигур более сложной формы.

В верхней части рабочего поля ИЭМ11-149М расположены три схематических изображения телефонных аппаратов. Под ними 142 элемента прямоугольной формы, расположенных в девять рядов.

Рабочее поле ИЭМ12-138М состоит из 125 элементов прямоугольной формы и 13 элементов квадратной формы.

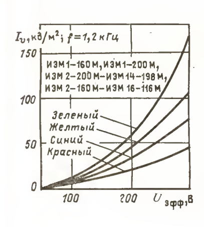
Рабочее поле индикаторов ИЭМ13-156М аналогично рабочему полю предыдущего типа, но состоит из 156 элементов.

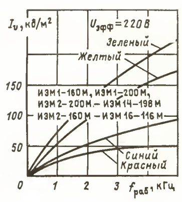
В верхней части рабочего поля ИЭМ15-90М — семь светящихся схематических изображений телефонных аппаратов. На остальной части 83 элемента прямоугольной формы.

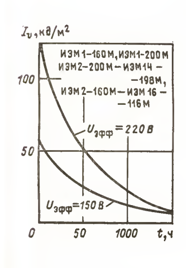
Рабочее поле ИЭМ16-116М состоит из 73 элементов прямоугольной формы и 15 сегментов, изображающих полукольца.

Электрические и световые параметры при $T_{окр}=25\,°C$

Яркость свечения элементов, не менее:	
желтого и зеленого цветов	25 кд/м²
красного цвета	10 кд/м²
синего цвета	15 кд/м²
Напряжение возбуждения эффективное	220 В
Рабочая частота напряжения возбуждения	1200 Гц
Минимальная наработка	1000 ч







Зависимость яркости от напряжения возбуждения

Зависимость яркости от рабочей частоты

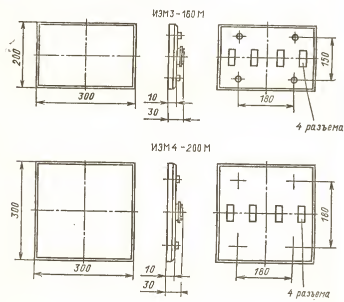
Зависимость яркости от времени наработки

Предельные эксплуатационные данные

Максимальное напряжение возбуждения	240 В
Минимальное напряжение возбуждения	200 В
Диапазон рабочей частоты возбуждения	1080—1320 Гц
Диапазон рабочей температуры окружающей среды	−40÷ +55 °С

ИЭМ3-160М, ИЭМ4-200М

Электролюминесцентные знаковые мнемонические индикаторы. Выпускаются в пластмассовом корпусе с разъемом. Для крепления индикатора на пульте имеются четыре крепежных втулки. Масса, не более: ИЭМ3-160М — 1300 г; ИЭМ3-200М — 1800 г.



Предназначены для различных средств отображения информации в виде мнемосхем с числом элементов до 200. Форма, расположение и цвет элементов определяются схемой информационного поля заказчика.

Электрические и световые параметры при $T_{окр}=25\,°C$

Яркость свечения элементов, не менее:

красного цвета	15 кд/м²
желтого и зеленого цветов	35 кд/м²
синего цвета	18 кд/м²
Напряжение возбуждения эффективное	220 В

Рабочая частота напряжения возбуждения:

красного цвета свечения	1000 Гц
зеленого, желтого и синего цветов свечения	400 Гц
Минимальная наработка	3000 ч

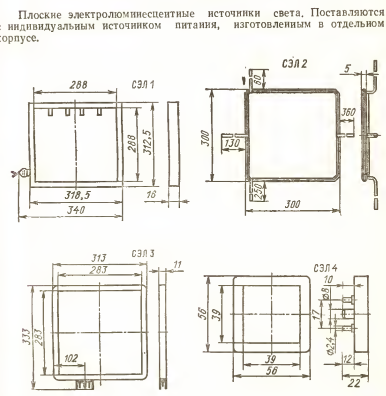
Предельные эксплуатационные данные

Максимальное напряжение возбуждения	242 В
Минимальное напряжение возбуждения	198 В
Диапазон рабочей частоты напряжения возбуждения:	
красного цвета	850—1150 Гц
зеленого, желтого и синего цветов	340—460 Гц
Диапазон рабочей температуры окружающей среды	—25÷ +55 °С

6.5. ПЛОСКИЕ РАВНОМЕРНЫЕ ИСТОЧНИКИ СВЕТА

СЭЛ1, СЭЛ2, СЭЛ3, СЭЛ4

Плоские электролюминесцентные источники света. Поставляются с индивидуальным источником питания, изготовленным в отдельном корпусе.



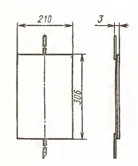
Приборы предназначены для использования в медицине в качестве негатоскопов при просмотре рентгеновских снимков (СЭЛ1), «световых досок» при индивидуальном (СЭЛ3) и групповом (СЭЛ2) обучении чтению и письму лиц с ослабленным зрением и тест-объектов к аппарату определения остроты зрения (СЭЛ4). Масса приборов не более: СЭЛ1 — 2400 г, СЭЛ2 — 1700 г, СЭЛ3 — 2620 г, СЭЛ4 — 40 г.

Электрические и световые параметры при $T_{окр}=25\,°C$

Яркость, не менее:	
СЭЛ1, СЭЛ2, СЭЛ3 при $U_{возб}=350$ В	100 кд/м²
СЭЛ4 при $U_{возб}=200$ В	60 кд/м²
Цвет свечения:	
СЭЛ1, СЭЛ2, СЭЛ3	Зеленый
СЭЛ4	Белый
Неравномерность свечения по площади светящегося поля, не более	10 %
Рабочая частота напряжения возбуждения, не более	1 кГц
Минимальная наработка, не менее:	
СЭЛ1, СЭЛ2, СЭЛ3	180 ч
СЭЛ4	20 ч

Источник питания представляет собой преобразователь сетевого напряжения в переменное напряжение регулируемого значения от 200 до 320 В частотой 800 Гц.

СЭЛ5



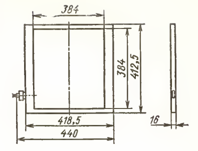
Прибор электролюминесцентный, предназначен для использования в нормативных фотокопировальных устройствах в качестве плоских равномерных источников света. Выпускается зеленого и синего цветов свечения. Масса не более 375 г.

Электрические и световые параметры при $T_{окр}=25\,°C$

Яркость свечения при $U_{возб}=220$ В, $f_{раб}=850$ Гц, не менее	35 кд/м²
Неравномерность свечения, не более	20 %
Напряжение возбуждения эффективное	(220±22) В
Рабочая частота напряжения возбуждения, не более	(850±42,5) Гц

СЭЛ-6

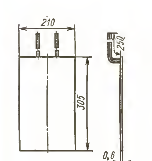
Электролюминесцентный текстоскоп. Предназначен для просмотра рентгеновских и фотографических снимков. Цвет свечения зеленый. Масса не более 4,1 кг.



Электрические и световые параметры при $T_{окр}=25\,°C$

Яркость при $U_{возб}=350$ В, $f_{раб}=1$ кГц, не менее	100 кд/м²
Напряжение возбуждения эффективное, не более	350 В
Рабочая частота напряжения возбуждения, не более	1 кГц
Неравномерность свечения, не более	10 %
Минимальная наработка	400 ч

СЭЛ-8



Светильник электролюминесцентный зеленого цвета свечения. Масса не более 80 г.

Предназначен для использования в портативных фотокопировальных устройствах.

Электрические параметры при $T_{окр}=25\,°C$

Яркость при $U_{возб}=220$ В, $f_{раб}=850$ Гц, не менее	25 кд/м²
Неравномерность свечения, не более	15 %
Напряжение возбуждения эффективное	220 В
Рабочая частота напряжения возбуждения	800—1000 Гц
Минимальная наработка	25 000 экспозиций

СЭЛ9-1, СЭЛ9-2, СЭЛ9-3, СЭЛ9-4

Плоские электролюминесцентные источники света. Поставляются с портативным источником питания, изготовленным в отдельном корпусе. Приборы предназначены для рентгеновских кабинетов: СЭЛ9-1 — светильник для неактиничного освещения при появлении рентгеноснимков; СЭЛ9-2 — адаптационный светильник для ориентирования пациента; СЭЛ-3 — пульсирующий сигнальный светильник; СЭЛ9-4 — плакат для предупреждения опасности. Масса приборов не более 1 кг.



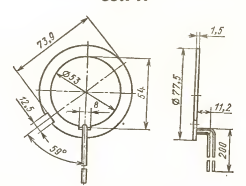
Электрические и световые параметры при $T_{окр}=25\,°C$

Яркость, не менее:	
СЭЛ9-1 при $U_{возб}=280$ В	5 кд/м²
СЭЛ9-2 при $U_{возб}=150$ В	20 кд/м²
СЭЛ9-3 при $U_{возб}=300$ В	30 кд/м²
СЭЛ9-4 при $U_{возб}=350$ В:	
знака	10 кд/м²
фона	60 кд/м²
Цвет свечения:	
СЭЛ9-1	Красный
СЭЛ9-2	Зеленый
СЭЛ9-3	Желтый
СЭЛ9-4:	
знака	Красный
фона	Зеленый
Напряжение возбуждения эффективное, не более:	
СЭЛ9-1, СЭЛ9-3	300 В
СЭЛ9-2	150 В
СЭЛ9-4	350 В
Рабочая частота напряжения возбуждения	1 кГц

Неравномерность свечения СЭЛ9, не более	20%
Минимальная наработка:	
СЭЛ9-1, СЭЛ9-3, СЭЛ9-4	400 ч
СЭЛ9-2	1000 ч

Портативный источник питания используется в полевых условиях, работает от аккумулятора напряжением 12 В и рассчитан на возбуждение одного электролюминесцентного прибора.

СЭЛ-10



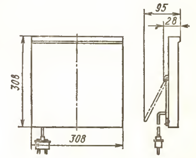
Электролюминесцентный элемент предназначен для подсветки номеронабирателя телефонного аппарата, позволяет набирать нужный номер абонента в условиях малой освещенности или в темноте. Цвет свечения зеленый. Масса не более 20 г.

Электрические и световые параметры при $T_{окр}=25\,°C$

Яркость свечения при $U_{возб}=100$ В, $f_{раб}=50$ Гц, не менее .	1,0 кд/м
Неравномерность свечения, не более	20 %
Потребляемый ток, не более	1,0 мА
Напряжение возбуждения эффективное	100 В
Рабочая частота напряжения возбуждения	50 Гц
Минимальная наработка, не менее	3000 ч

СЭЛ-11

Электролюминесцентный индикатор зеленого цвета свечения. Предназначен для использования в качестве плоского равномерного источника света при просмотре рентгеновских снимков. Масса не более 1,5 кг.

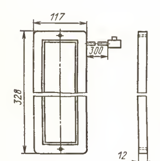


Электрические и световые параметры при $T_{окр}=25\,°C$

Яркость, не менее	200 кд/м²
Неравномерность свечения, не более	15 %
Напряжение возбуждения эффективное	350 В
Рабочая частота напряжения возбуждения	(20±0,5) кГц
Наработка, не менее	300 ч

6.6. ЭЛЕКТРОЛЮМИНЕСЦЕНТНЫЕ СВЕТИЛЬНИКИ

ЭЛ-СВЕТИЛЬНИК



Электролюминесцентные светильники с зеленым цветом свечения. Содержат на световом поле различную информацию в виде цифр, букв, надписей, символов и цветовых полей.

Используются в качестве светящихся указателей в помещениях с низкой освещенностью или полностью затемненных.

Выпускаются в пластмассовых корпусах. Питание светильника осуществляется от электросети. Масса не более 400 г.

Электрические и световые параметры при $T_{окр}=25\,°C$

Напряжение возбуждения	220 В
Рабочая частота напряжения возбуждения	50 Гц
Потребляемая мощность	100 мВт
Минимальная наработка, не менее	5000 ч

ЭЛ-ПАНЕЛЬ

Электролюминесцентные панели являются исходными плоскими рамками для изготовления изделий культурно-бытового назначения. На их основе изготавливаются сувениры, панно, светильники, эстампы и т. д.

Выпускаются ЭЛ-панели зеленого, желтого и голубого цветов свечения. Питание осуществляется от электросети.

Электрические и световые параметры при $T_{окр}=25\,°C$

Яркость ЭЛ-панелей, не менее:	
зеленого цвета свечения	3,6 кд/м²
желтого и голубого цветов свечения	3 кд/м²
Напряжение возбуждения эффективное	220 В
Рабочая частота напряжения возбуждения	50 Гц
Минимальная наработка ЭЛ-панелей, не менее:	
зеленого цвета свечения	1500 ч
желтого цвета свечения	1000 ч
голубого цвета свечения	500 ч

6.7. ЛЮМИНЕСЦЕНТНЫЕ ДАТЧИКИ

ДЭЛ-21

Люминесцентная панель, излучающая свет желтого цвета при механическом возбуждении. Предназначена для регистрации энергии механических частиц.

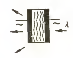
Работает на принципе преобразования кинетической энергии (ударов твердых частиц) в электромагнитное излучение (световую вспышку).

Люминесцентные панели используются в качестве датчиков при контроле гранулометрического состава промышленных порошков металлов и запыленных газов. Выпускаются на стеклянной подложке в виде круглых дисков диаметром 100 мм (вес не более 60 г) и диаметром 150 мм (вес не более 250 г) с нанесенным на них слоем поликристаллического люминофора и защитным покрытием из медной фольги толщиной 20—50 мкм.

Рабочие параметры при $T_{окр}=25\,°C$

Чувствительность панелей к ударному возбуждению с защитным покрытием из медной фольги, не менее	70 отн. ед.
Неравномерность чувствительности по рабочей поверхности панели, не более	15 %
Длительность нарастания свечения	50—150 мкс
Длительность спада свечения (послесвечение), не более	1,25 мс
Долговечность	10 000 ч

При измерении чувствительности панелей используется метод ударного воздействия стального шарика диаметром 2,4 мм, сброшенного на образец с высоты 100 мм, с последующей регистрацией световой вспышки фотоэлектронным умножителем при подаче на него рабочего напряжения 1500—1750 В и фиксацией результата в условных (относительных) единицах на экране электронно-лучевой трубки осциллографа.



Раздел 7

ЖИДКОКРИСТАЛЛИЧЕСКИЕ ЦИФРО-ЗНАКОВЫЕ ИНДИКАТОРЫ

7.1. ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ, ПАРАМЕТРЫ, ПРИМЕНЕНИЕ

Жидкие кристаллы — это вещества, проявляющие в определенном температурном интервале свойства как жидкости, так и кристаллов. Они способны в жидком состоянии сохранять упорядоченность молекул (подобно кристаллам). Для создания жидкокристаллических индикаторов используются так называемые нематические жидкие кристаллы, которые являются структурной разновидностью данного класса веществ. Материалом для них служат смеси органических соединений, молекулы которых формируются в упорядоченные решетки.

Тонкий слой жидкокристаллического вещества (десятки микрон), помещенный, например, между двумя стеклянными пластинами, довольно хорошо пропускает свет. Однако толстые слои жидкости кристаллов (несколько миллиметров) практически непрозрачны. Это связано с заметными тепловыми беспорядочными колебаниями больших групп молекул, что приводит к изменениям показателя преломления и в конечном счете сильному рассеянию света в жидкокристаллической среде. Особенный интерес представляет изменение оптических характеристик жидких кристаллов под действием внешнего электромагнитного поля. Именно это свойство используется для построения элементов индикации на основе тонких прозрачных слоев жидкокристаллических веществ.

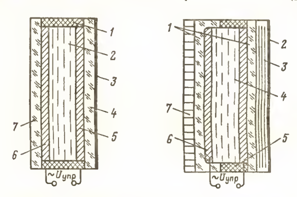


Рис. 7.1. Жидкокристаллический индикатор на эффекте динамического рассеяния:

1 — прокладка; 2 — жидкие кристаллы; 3 — отражающее покрытие; 4 — заднее стекло; 5 — общий электрод; 6 — прозрачные электроды сегментов; 7 — переднее стекло

Рис. 7.2. Жидкокристаллический индикатор, основанный на эффекте вращения плоскости поляризации слоем жидких кристаллов, исчезающем под действием электрического поля (твист-эффект):

1 — стеклянная ячейка; 2 — отражающее покрытие; 3 — поляроидная пластина с вертикальной плоскостью поляризации; 4 — жидкие кристаллы; 5 — прокладка; 6 — прозрачные электроды; 7 — поляроидная пластина с горизонтальной плоскостью поляризации

Существуют два принципа (эффекта) работы жидкокристаллических индикаторов. Первый из них состоит в том, что при приложении электрического поля к тонкому слою жидкокристаллического вещества, заключенному между двумя стеклянными пластинками, происходит разрушение упорядоченной структуры жидких кристаллов, что вызывает диффузное рассеяние света в этой области (эффект динамического рассеяния). В результате прозрачный жидкокристаллический слой становится мутным и при внешнем освещении возникает контраст между возбужденным участком жидкости кристаллов и невозбужденным (фоном). При снятии внешнего электрического поля первоначальная структура жидких кристаллов восстанавливается и указанный контраст исчезает.

Как показано на рис. 7.1, принципиально жидкокристаллические индикаторы состоят из двух плоскопараллельных стеклянных пластин, между которыми находится слой жидких кристаллов толщиной 12—20 мкм. На одной из стеклянных пластин прозрачным токопроводящим покрытием нанесен рисунок цифры, который представляет собой конфигурацию в виде сегментов, с помощью которых можно воспроизвести цифры от 0 до 9. На другой пластине прозрачным токопроводящим покрытием нанесен электрод, являющийся общим для цифр. Обе пластины покрытыми поверхностями обращены друг к другу.

Существуют индикаторы, работающие в отраженном («на отражение») и проходящем («на просвет») свете. В первом случае на заднее стекло индикатора наносится отражающий слой, во втором — за индикатором должен быть использован дополнительный источник света.

При подаче управляющего напряжения жидкие кристаллы в зоне действия электрического поля теряют прозрачность, и если задняя отражающая поверхность белая, то наблюдатель видит темную цифру на светлом фоне. Если задний отражатель имеет черный цвет и внутренние поверхности корпуса индикатора также зачернены, то матово-светлое изображение цифры будет хорошо заметно на черном фоне.

При работе индикатора на просвет изображение цифры более темное, чем фон. Если при этом мощность установленного источника света составляет 0,5 Вт, то яркость жидкокристаллического индикатора становится сравнимой с яркостью газоразрядного или светодиодного индикатора, используемого в условиях обычной освещенности.

Выводы от сегментов выполнены в виде износостойких токопроводящих дорожек на стекле. Соединение выводов индикатора с элементами схемы управления осуществляется с помощью разъема.

Другим принципом, используемым для создания жидкокристаллических индикаторов, является эффект вращения плоскости поляризации поляризованного света слоем жидких кристаллов, исчезающий под действием электрического поля (твист-эффект). Индикаторы, работающие на этом принципе, получают, помещая капельку жидких кристаллов между двумя скрещенными поляроидными пластинами, которая растекается между ними в виде тонкой пленки. Сами скрещенные поляроиды имеют взаимно перпендикулярные плоскости поляризации света и поэтому являются совершенно непрозрачными. Но если между этими пластинами имеется слой неметаллических жидких кристаллов, которые в результате технологической обработки приобрели свойство вращения плоскости поляризации проходящего света на 90°, то вся эта оптическая система получается прозрачной (рис. 7.2).

При приложении электрического поля все молекулы жидких кристаллов ориентируются вдоль поля и эффект вращения плоскости поляризации исчезает. В результате через систему, показанную на рис. 7.2, пропускание света прекращается. Если возбуждается не весь слой жидких кристаллов, а определенные участки в виде символа или цифры, то изображение данного символа (цифры) будет темным в проходящем свете по сравнению с невозбужденной областью (фоном). Этот принцип получения индикации является более прогрессивным, так как дает значительный выигрыш в мощности потребления и позволяет получать более высокий контраст. В большинстве серийно выпускаемых типов жидкокристаллических индикаторов использован данный принцип.

Возбуждение жидкокристаллического слоя в индикаторах осуществляется переменным напряжением синусоидальной формы или формы типа меандр, с эффективным значением (в зависимости от типа) от 2,7 до 30 В и частотой 30—1000 Гц. Постоянная составляющая напряжения

не допускается из-за появления электролитического эффекта, что ведет к резкому сокращению срока службы индикатора. Основным параметром жидкокристаллического индикатора, отражающим качество его работы, является контраст знака по отношению к фону K, который определяется как отношение интенсивностей света, выходящего из жидкокристаллического индикатора, в исходном (невозбужденном) и возбужденном состояниях. Контраст измеряется с помощью специальной оптической системы на основе микроскопа с встроенным фотоэлектронным умножителем на выходе. Для устранения внешней засветки объектив микроскопа защищен зачерненным конусом, который направлен на измеряемый индикатор. Плоскость индикатора расположена перпендикулярно оптической оси микроскопа и освещается специальной лампой подсветки, поток которой через конденсатор направлен к измеряемому образцу под углом 45°. С помощью микроамперметра фиксируют два значения тока ФЭУ: при неработающем индикаторе и при приложенном к сегментам управляющем напряжении.

Контраст, %, вычисляется по формуле

$$K = (I_ф - I_з)\ 100/I_ф,$$

где $I_ф$ — ток фона — фототок фотоэлектронного умножителя при неработающем индикаторе; $I_з$ — ток знака — фототок фотоэлектронного умножителя при приложенном к сегментам номинальном управляющем напряжении (изображение знака темнее фона). Значение K современных серийных индикаторов составляет 83—90 %. Реже контраст выражают в относительных единицах (отн. ед.): $K = I_ф/I_з$.

Чем выше внешняя освещенность, тем ярче изображение на индикаторе. Контраст от освещенности практически не зависит.

Основными параметрами жидкокристаллических цифро-знаковых индикаторов являются:

контраст знака по отношению к фону K — отношение разности коэффициента яркости фона и знака индикатора к коэффициенту яркости фона, выраженное в процентах;

ток потребления $I_{пот}$ — среднее значение переменного тока, протекающего через индикатор (сегмент) при приложении к нему номинального напряжения управления рабочей частоты;

напряжение управления $U_{упр}$ — номинальное значение эффективного переменного напряжения, приложенного к сегментам индикатора;

рабочая частота напряжения управления $f_{раб}$;

минимальное напряжение управления $U_{упр\,min}$ — минимальное значение эффективного переменного напряжения, приложенного к сегментам индикатора, при котором обеспечивается заданный контраст знака по отношению к фону;

максимально допустимое напряжение управления $U_{упр\,max}$ — максимальное значение эффективного переменного напряжения, приложенного к сегментам индикатора, при котором обеспечивается заданная надежность индикатора при длительной работе;

время реакции $t_{реак}$ — интервал времени при включении, в течение которого ток потребления увеличивается до 0,8 максимального значения;

время релаксации $t_{рел}$ — интервал времени при выключении, в течение которого ток потребления снижается до 0,2 максимального значения.

Важнейшей характеристикой цифро-знакового жидкокристаллического индикатора как прибора отображения информации является зависимость контраста знака от напряжения управления. С увеличением на-

пряжения контраст круто растет до порогового значения, после чего увеличение контраста с увеличением $U_{упр}$ практически не происходит. Значение $U_{упр\,min}$ выбирается на пологом участке кривой вблизи порога. Отметим, что контраст знака индикатора является функцией эффективного значения $U_{упр}$ и практически не зависит от его формы.

Жидкокристаллический индикатор как элемент электрической цепи эквивалентен конденсатору. Вследствие этого вольт-амперная характеристика $I_{пот}=f(U_{упр})$ при номинальной частоте управляющего напряжения близка к линейной, а частотная характеристика $I_{потр}=\varphi(f_{раб})$ имеет вид монотонно возрастающей кривой. Постоянная составляющая управляющего напряжения не должна превышать 1 % эффективного значения $U_{упр}$.

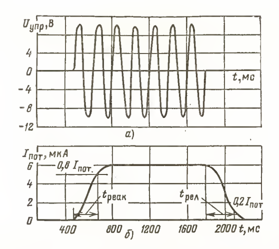


Рис. 7.3. Временна́я диаграмма нарастания и спада тока потребления жидкокристаллического индикатора (*б*) при подаче управляющего переменного напряжения (*а*)

Важной особенностью жидкокристаллического индикатора является низкий ток потребления — единицы или сотни микроампер (в зависимости от принципа работы). В интервале рабочих температур ток потребления несколько увеличивается с ростом температуры. Жидкокристаллический индикатор имеет низкое быстродействие, связанное с инерционными процессами перестройки структур органических кристаллов. Быстродействие существенно зависит от температуры. В зоне температур, близких к нижнему пределу, быстродействие резко падает. Измерения временны́х параметров $t_{реак}$ и $t_{рел}$, приводимых в таблицах, производятся на уровне соответственно 0,8 и 0,2 установившегося значения, как показано на рис. 7.3. Проверку времени реакции и релаксации серийных приборов производят визуально по появлению и исчезновению (при прямом наблюдении) знаков при подаче на них прерывистого напряжения управления с длительностью воздействия 800 мс и длительностью паузы 800 мс. Жидкокристаллические индикаторы работают в весьма

узком интервале температур. Подавляющее большинство жидкокристаллических индикаторов не работает при окружающей температуре ниже +1 °С, так как в этих условиях материал переходит в состояние полутвердого кристалла. При приближении к нижнему температурному пределу индикатор реагирует на приложение напряжения все медленнее и в конце концов полностью теряет работоспособность. Индикаторы восстанавливают свои характеристики после возвращения их из среды с низкой температурой в среду с температурой, соответствующей температуре рабочего диапазона. В связи с этим хранение индикаторов разрешается при температуре до —40 °С.

По числу разрядов в одном корпусе цифро-знаковые индикаторы делятся на 1-разрядные, 4-разрядные, 6-разрядные, 9-разрядные. Нумерация разрядов принята возрастающей слева направо.

Существуют также жидкокристаллические индикаторы, отображающие различные символы, специальные знаки и надписи.

Цифро-знаковые жидкокристаллические индикаторы изготавливаются в пластмассовых корпусах или из стекла с компаундным упрочнением по периметру с выводами под распайку или под разъем.

В процессе эксплуатации следует избегать попадания на контактную площадку влаги и пыли, вызывающих межэлектродные замыкания. Очищать поверхность индикатора рекомендуется чистым батистом, слегка смоченным этиловым спиртом.

Система обозначений жидкокристаллических индикаторов содержит несколько букв и цифр. Сочетание ИЖК означает: индикатор жидкокристаллический. Четвертый элемент обозначения: буква Ц означает — цифровой, а С — символьный. Пятый элемент — цифра, указывающая номер разработки. Цифра после дефиса указывает число разрядов индикатора, а число через косую дробную черту соответствует высоте в миллиметрах цифры (символа) в разряде.

Приборы, разработанные до введения описанной системы, обозначены иначе. Например, наименование ЦИЖ-5 расшифровывается следующим образом: цифровой индикатор жидкокристаллический, номер разработки 5, а ИЖК-2 — индикатор жидкокристаллический, номер разработки 2.

Использование жидкокристаллических индикаторов в радиоэлектронной аппаратуре стимулируется рядом факторов: низкими токами потребления и напряжениями управления, совместимостью работы с интегральными микросхемами, низкой стоимостью.

Возможными областями их применения являются: индикаторные устройства измерительной аппаратуры, электронные часы и микрокалькуляторы, информационные панели и указатели. Весьма сложным аспектом применения жидкокристаллических приборов являются средства управления (особенно это относится к многоразрядным индикаторам). На рис. 7.4 показана схема возбуждения сегментов сигналом переменного напряжения. Устройство состоит из двух логических схем И с двумя входами *DD2*, *DD3*, инвертора *DD1* и ключа-формирователя на транзисторе *VT*. На коллектор транзистора подается напряжение, равное двойной амплитуде номинального переменного напряжения возбуждения данного жидкокристаллического индикатора.

С транзистора *VT* на сегмент индикатора снимается однополярное переменное напряжение прямоугольной формы амплитудой 40 В. Для уничтожения постоянной составляющей импульсного питающего напряжения (она недопустима из физических условий работы жидких кристаллов) к общему электроду прикладывается постоянное напряжение 20 В.

На вход *DD2* подается напряжение возбуждения с частотой $f_в=30\div50$ Гц, а на вход *DD3* — напряжение гашения с частотой $f_г=10\div40$ кГц. При низком логическом уровне управляющего сигнала открывается *DD2* и транзистор работает в импульсном режиме с частотой, соответствующей частоте возбуждения жидкокристаллического сегмента. Управляющий сигнал с высоким логическим уровнем, поступающий с дешифратора на управляющий вход, открывает *DD3*. В результате устройство формирует напряжение повышенной частоты, на которую жидкокристаллический сегмент не реагирует. С учетом того, что устройство управления должно быть соизмеримо по потребляемой мощности с жидкокристаллическим индикатором, все логические схемы выполнены на основе КМОП-структур.

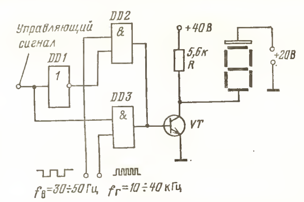


Рис. 7.4. Схема возбуждения сегментов жидкокристаллического индикатора переменным напряжением различной частоты

Кроме описанного используется также другой тип устройства возбуждения жидкокристаллических индикаторов. Его схема показана на рис. 7.5. На входы логических схем И *DD2* и *DD3* от внешнего генератора подаются импульсные напряжения с частотой $f=15\div25$ Гц, сдвинутые по фазе относительно друг друга на 180°. В зависимости от уровня управляющего сигнала на сегмент индикатора через ключ-формирователь (транзистор *VT1*) прикладывается напряжение прямоугольной формы, прямое либо сдвинутое по фазе. На общий электрод индикатора через другой ключ-формирователь (транзистор *VT2*) постоянно подается сигнал одной фазы.

При совпадении фаз на электродах сегмента последний не возбуждается; при различии фаз происходит возбуждение сегмента. Отметим, что фазовый способ управления позволяет уменьшить напряжение питания индикатора в 2 раза.

При использовании многоразрядных индикаторов требуется большое число внешних соединений, необходимых для управления сегментов. Это заставляет прибегать к созданию мультиплексного управления. На рис. 7.6 показан принцип управления 4-разрядным цифровым индикатором с разделенными общими электродами для каждого разряда, который заключается в объединении идентичных сегментов по всем разрядам

и последовательной адресации данных в соответствующие разряды. Процесс отображения 4-разрядного числа осуществляется по тактам. В каждом такте переменное управляющее напряжение прикладывается к шине управления сегментов и к линии общего электрода того разряда, который возбуждается в данном такте. Благодаря большому времени релаксации жидких кристаллов цифры разрядов в период между так-

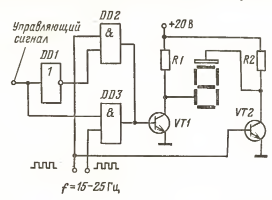


Рис. 7.5. Схема возбуждения сегментов жидкокристаллического индикатора по методу сдвига фаз управляющего напряжения

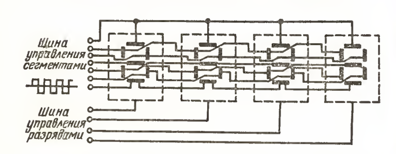


Рис. 7.6. Схема соединений сегментов при мультиплексном управлении многоразрядным цифровым жидкокристаллическим индикатором

тами возбуждения продолжают читаться без приложения напряжеиия.

В качестве примера использования жидкокристаллического индикатора приведем схему электрических часов с отображением информации на 4-разрядном цифровом индикаторе с единым общим электродом для всех разрядов ИЖКЦ2-4/24 (рис. 7.7). Часы состоят из задающего генератора с делителем частоты до 1 Гц, выполненным на микросхеме *D1*. Секундные импульсы поступают на делитель частоты с коэффициентом пересчета 60 (микросхемы *D2*, *D3*), на выходе которого получается один импульс в минуту. Минутные импульсы подаются на счетчик ми-

нут, состоящий из микросхем *D4* и *D5*. С выхода «деление на 6» микросхемы *D5* импульсы проходят на счетчик часов (микросхемы *D6*, *D7*). Пересчет часов на сутки с коэффициентом деления частоты 24 обеспечивают микросхемы *D8.1* и *D8.2*. Счетчик суток одной недели организован на микросхеме *D9*. При переключении этой микросхемы из состояния *7*

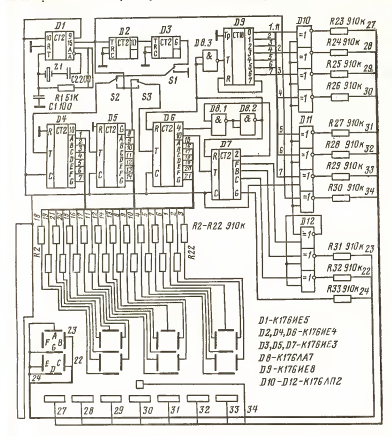


Рис. 7.7. Принципиальная электрическая схема часов с жидкокристаллическим индикатором

в состояние *8* счетчик суток сбрасывается в нуль. Для установки текущего времени предусмотрены переключатели *S2*, *S3*. Для остановки и пуска часов служит *S1*.

Для управления жидкокристаллическим индикатором в данной схеме использован фазовый способ, основанный, как указывалось выше, на подключении к сегментам и общему электроду переменного возбуждающего напряжения одной частоты (от одного источника). Если импульсы

напряжения поступают в одной фазе, то жидкие кристаллы не испытывают действия электрического поля и сегменты не возбуждены. Если импульсы поступают в противофазе, то через жидкокристаллический слой протекает переменный ток и сегменты возбуждаются.

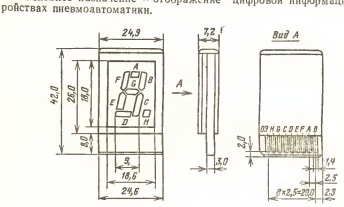
Возбуждающее напряжение с частотой 64 Гц в схеме электронных часов снимается с делителя частоты *D1* и подается на общий электрод индикатора и на синхровходы счетчиков-дешифраторов, подключаемых к сегментам. Благодаря этому к жидкокристаллическому индикатору всегда приложено переменное напряжение. Те сегменты, на электродах которых напряжение находится в противофазе, возбуждены; остальные сегменты погашены, так как приложенное к их электродам напряжение синфазно. Для управления разрядом десятков часов, в котором сегменты *A*, *D*, *E*, *G* объединены, используется микросхема с тремя логическими элементами — исключающее ИЛИ (элемент *D12*), с помощью которой в этом разряде можно устанавливать три состояния: возбуждение двух цифр (1 и 2) и гашение. Для обеспечения фазового управления указателем дня недели и точкой, индицирующей секундные импульсы, используется узел на микросхемах *D10*, *D11*.

7.2. ОДНОРАЗРЯДНЫЕ ЦИФРО-ЗНАКОВЫЕ ИНДИКАТОРЫ

ИЖКЦ1-1/18

Одноразрядные цифро-знаковые индикаторы с высотой цифры 18 мм. Работа основана на твист-эффекте жидких кристаллов. Корпус из стекла и компаунда с выводами под разъем. Масса не более 20 г.

Основное назначение — отображение цифровой информации в устройствах пневмоавтоматики.

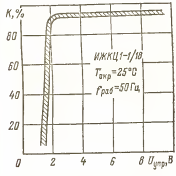


Электрические и световые параметры при $T_{окр}=25°$ С

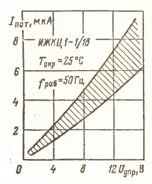
Контраст знака по отношению к фону при $U_{упр}=7$ В, $f_{раб}=50$ Гц, не менее	83,3 %
Ток потребления, не более	8 мкА
Напряжение управления эффективное	7 В
Рабочая частота управляющего напряжения	50 Гц
Суммарное время реакции и время релаксации, не более	800 мс

Предельные эксплуатационные данные

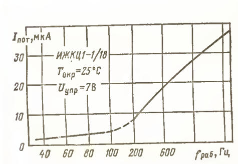
Минимальное напряжение управления эффективное	4 В
Максимальное напряжение управления эффективное	10 В
Диапазон рабочей частоты управляющего напряжения	30—1000 Гц
Диапазон рабочей температуры окружающей среды	—10 ÷ +55 °С



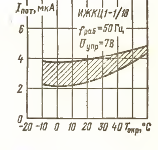
Зависимость контраста от напряжения управления (показана зона разброса)



Вольт-амперная характеристика (показана зона разброса)



Типовая зависимость тока потребления от частоты управляющего напряжения



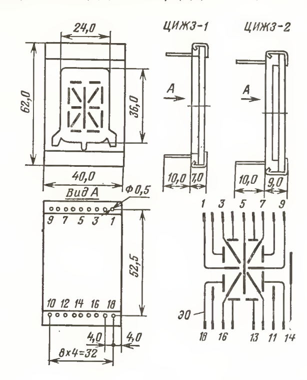
Зависимость тока потребления от температуры окружающей среды (показана зона разброса)

ЦИЖ3-1, ЦИЖ3-2

Одноразрядные цифро-знаковые индикаторы с высотой цифры 35 мм. Работа основана на эффекте динамического рассеяния в жидких кристаллах. Индикатор ЦИЖ3-1 работает на просвет, а ЦИЖ3-2 — на

отражение. Корпус выполнен из стекла и компаунда с выводами под распайку. Общий электрод ЦИЖЗ-1 прозрачный, а ЦИЖЗ-2 — из слоя алюминия.

Масса, не более: ЦИЖЗ-1 — 40 г; ЦИЖЗ-2 — 45 г.



Электрические и световые параметры при $T_{окр}=25°$ С

Контраст знака по отношению к фону при $U_{упр}=20$ В, $f_{раб}=50$ Гц, не менее	90 %
Ток потребления, не более	200 мкА
Напряжение управления эффективное	20 В
Рабочая частота управляющего напряжения	50 Гц
Время реакции, не более	80 мс
Время релаксации, не более	1500 мс

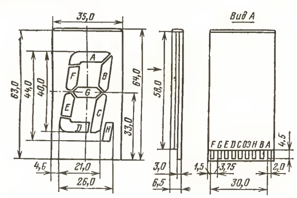
Предельные эксплуатационные данные

Минимальное напряжение управления эффективное	15 В
Максимальное напряжение управления эффективное	30 В
Диапазон рабочей частоты управляющего напряжения	30—60 Гц
Диапазон рабочей температуры окружающей среды	—10÷+50 °С

ЦИЖ-8

Одноразрядные цифро-знаковые индикаторы с высотой цифры 40 мм. Работа основана на эффекте динамического рассеяния в жидких кристаллах. Корпус выполнен из стекла и компаунда с выводами под разъем. Масса не более 35 г.

Основное назначение — отображение информации на табло группового пользования.



Электрические и световые параметры при $T_{окр}=25\,°C$

Контраст знака по отношению к фону при $U_{упр}=24$ В, $f_{раб}=64$ Гц, не менее	90 %
Ток потребления, не более	1500 мкА
Напряжение управления эффективное	24 В
Рабочая частота управляющего напряжения	50 Гц
Время реакции, не более	50 мс
Время релаксации, не более	800 мс

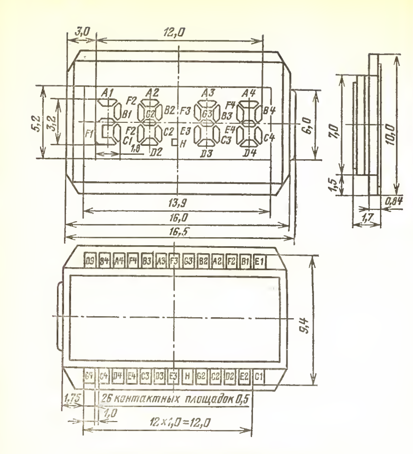
Предельные эксплуатационные данные

Минимальное напряжение управления эффективное	15 В
Максимальное напряжение управления эффективное	30 В
Диапазон рабочей частоты управляющего напряжения	30—1000 Гц
Диапазон рабочей температуры окружающей среды	1—50 °C

7.3. ЧЕТЫРЕХРАЗРЯДНЫЕ ЦИФРО-ЗНАКОВЫЕ ИНДИКАТОРЫ

ИЖКЦ2-4/3

Четырехразрядные цифро-знаковые индикаторы с высотой цифры 3,2 мм. Работа основана на твист-эффекте жидких кристаллов. Выпускаются индикаторы, работающие и на отражение, и на просвет. Масса не более 1,7 г.



Электрические и световые параметры при $T_{окр}=25\,°C$

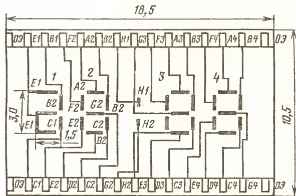
Контраст знака по отношению к фону при $U_{упр}=2{,}7$ В, $f_{раб}=64$ Гц, не менее	83,3 %
Ток потребления, не более	0,8 мкА
Напряжение управления эффективное	2,7 В
Рабочая частота управляющего напряжения	64 Гц
Время реакции, не более	400 мс
Время релаксации, не более	400 мс

Предельные эксплуатационные данные

Минимальное напряжение управления эффективное	2,4 В
Максимальное напряжение управления эффективное	6 В
Диапазон рабочей частоты управляющего напряжения	30—1000 Гц
Диапазон рабочей температуры окружающей среды	1—50 °С

ЦИЖ-6

Четырехразрядные цифро-зиаковые иидикаторы с высотой цифры 3 мм. Работа основаиа иа твист-эффекте жидких кристаллов. Выпускаются в стекляииом корпусе с выводами из износостойких токопроводящих коитактов иа стекле под специальиый разъем-розетку. Масса ие более 2 г. Осиовиое иазиачеиие — отображеиие цифровой иифармацни в малогабаритиых прнборах точиого времени.



Толщина индикатора 1 мм

Электрические и световые параметры при $T_{окр}=25\,°C$

Коитраст зиака по отиошеиию к фону $U_{упр}=4{,}5$ В и $f_{раб}=50$ Гц, не менее	83,3 %
Ток потреблеиия, не более	1 мкА
Напряжеине управлеиня эффектнвное	4,5 В
Рабочая частота управляющего иапряжеиия	64 Гц
Время реакции, не более	400 мс
Время релаксации, не более	400 мс

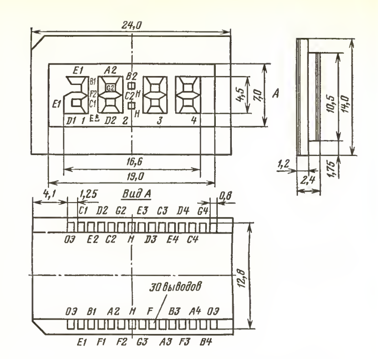
Предельиые эксплуатациоииые даииые

Минимальиое иапряжеиие управлеиия эффективиое	4 В
Максимальное напряжеиие управлеиия эффективиое	6 В
Диапазон рабочей частоты управляющего иапряжеиия	30—1000 Гц
Диапазон рабочей температуры окружающей среды	1—50 °C

ЦИЖ-2

Четырехразрядиые цифро-зиаковые индикаторы с высотой цифры 4,5 мм. Работа основаиа иа твист-эффекте жидких кристаллов. Способ индикацин — иа отражение света. Корпус стекляиный. Масса не более 2 г.

Предиазначеиы для малогабарнтиых электроииых прнборов точного временн н другнх устройств с цифровой нифармацней.



Электрические и световые параметры при $T_{окр}$=25 °C

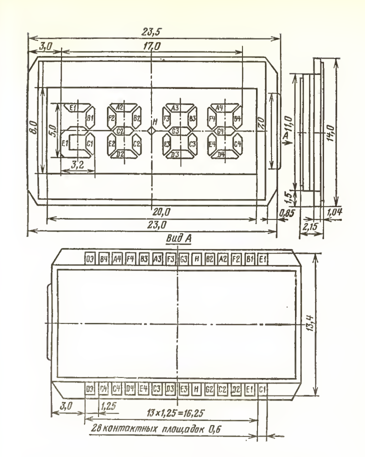
Контраст знака по отношению к фону при $U_{упр}$=4,5 В, $f_{раб}$=64 Гц, не менее	83,3 %
Ток потребления, не более	1,5 мкА
Напряжение управления эффективное	4,5 В
Рабочая частота управляющего напряжения	64 Гц

Предельные эксплуатационные данные

Минимальное напряжение управления эффективное	4 В
Минимальное напряжение управления эффективное	6 В
Диапазон рабочей частоты управляющего напряжения	30—1000 Гц
Диапазон рабочей температуры окружающей среды	1—50 °C

ИЖКЦ2-4/5

Четырехразрядные цифро-знаковые индикаторы с высотой цифры 5 мм. Работа основана на твист-эффекте жидких кристаллов. Выпускаются индикаторы, работающие и на отражение, и на просвет. Корпус выполнен из стекла с герметизацией компаундом по всему периметру с выводами из износостойких токопроводящих контактов на стекле под специальный разъем-розетку. Масса не более 2 г.



Электрическне и световые параметры прн $T_{окр}=25$ °C

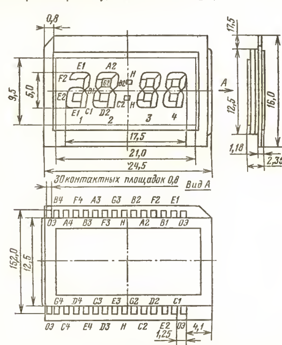
Контраст знака по отношению к фону при $U_{упр}=2{,}7$ В, $f_{раб}=64$ Гц, не менее	83,3 %
Ток потребления, не более	1 мкА
Напряжение управлення эффектнвное	2,7 В
Рабочая частота управляющего напряжения	64 Гц
Время реакцнн, не более	400 мс
Время релаксацин, не более	400 мс

Предельные эксплуатационные данные

Мнннмальное напряженне управлення эффективное	2,4 В
Максимальное напряженне управлення эффективное	6 В
Днапазон рабочей частоты управляющего напряжения	30—1000 Гц
Диапазон рабочей температуры окружающей среды	1—50 °C

ИЖКЦ3-4/5

Четырехразрядные цифро-знаковые индикаторы с высотой цифры 5 мм. Работа основана на твист-эффекте жидких кристаллов. Выпускаются индикаторы, работающие и на отражение, и на просвет. Корпус выполнен из стекла с герметизацией компаундом по всему периметру с выводами из износостойких токопроводящих контактов на стекле под специальный разъем-розетку. Масса не более 2 г.



Электрические и световые параметры при $T_{окр}=25\,°C$

Контраст знака по отношению к фону при $U_{упр}=2{,}7$ В, $f_{раб}=64$ Гц, не менее	83,3 %
Ток потребления, не более	1 мкА
Напряжение управления эффективное	2,7 В
Рабочая частота управляющего напряжения	64 Гц
Время реакции, не более	400 мс
Время релаксации, не более	400 мс

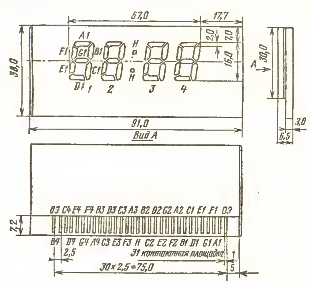
Предельные эксплуатационные данные

Минимальное напряжение управления эффективное	2,4 В
Максимальное напряжение управления эффективное	6 В
Диапазон рабочей частоты управляющего напряжения	30—1000 Гц
Диапазон рабочей температуры окружающей среды	1—50 °C

ИЖКЦ1-4/16

Четырехразрядные цифро-знаковые индикаторы с высотой цифры 16 мм. Работа основана на эффекте динамического рассеяния в жидких кристаллах. Корпус стеклянный с выводами под разъем. Масса не более 55 г.

Предназначены для отображения цифровой информации в настольных электронных часах и измерительных приборах.



Электрические и световые параметры при $T_{окр}=25\,°C$

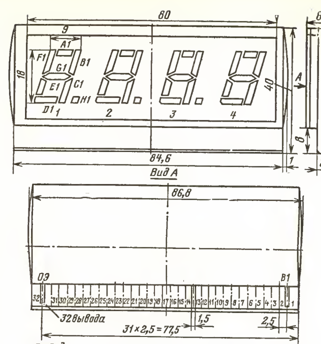
Контраст знака по отношению к фону при $U_{упр}=24$ В, $f_{раб}=50$ Гц, не менее	90 %
Ток потребления, не более	2 мА
Напряжение управления эффективное	24 В
Рабочая частота управляющего напряжения	50 Гц
Время реакции, не более	600 мс
Время релаксации, не более	800 мс

Предельные эксплуатационные данные

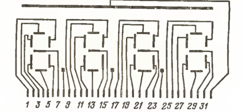
Минимальное напряжение управления эффективное	15 В
Максимальное напряжение управления эффективное	30 В
Диапазон рабочей частоты управляющего напряжения	30—500 Гц
Диапазон рабочей температуры окружающей среды	1—50 °С

ИЖКЦ1-4/18

Четырехразрядные цифро-знаковые индикаторы с высотой цифры 18 мм. Работа основана на твист-эффекте жидких кристаллов. Выпускается в корпусе из стекла и компаунда с выводами под разъем. Масса 60 г.



Вывод 1-элемент B1, 2-A1, 3-F1, 4-E1, 5-D1, 6-C1, 7-G1, 8-H1, 9-B2, 10-A2, 11-F2, 12-E2, 13-D2, 14-C2, 15-G2, 16-H2, 17-B3, 18-A3, 19-F3, 20-F3, 21-D3, 22-C3, 23-G3, 24-H3, 25-B4, 26-A4, 27-F4, 28-E4, 29-D4, 30-C4, 31-G4, 32-ОЭ



Предназначены для медицинской электронной аппаратуры и других устройств с отображением цифровой информации.

Электрические и световые параметры при $T_{окр} = 25\,°C$

Контраст знака по отношению к фону $U_{упр} = 7$ В, $f_{раб} =$ 50 Гц, не менее	87,5 %
Ток потребления, не более	100 мкА
Напряжение управления эффективное	7 В
Рабочая частота управляющего напряжения	50 Гц
Суммарное время реакции и релаксации, не более	800 мс

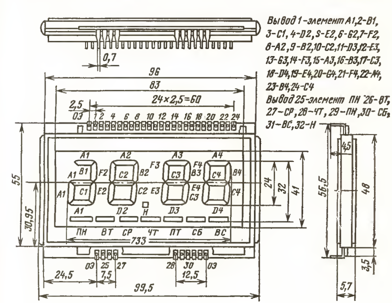
Предельные эксплуатационные данные

Минимальное напряжение управления эффективное	5 В
Максимальное напряжение управления эффективное	10 В
Диапазон рабочей частоты управляющего напряжения	30—1000 Гц
Диапазон рабочей температуры окружающей среды	1—50 °С

ИЖКЦ1-4/24(А, Б, В), ИЖКЦ2-4/24(А, Б, В)

Четырехразрядные цифро-знаковые индикаторы с высотой цифры 24 мм. Работа индикатора основана на твист-эффекте жидких кристаллов. Способ индикации — на отражение света. Корпус выполнен из стекла с герметизацией эпоксидным компаундом по всему периметру. Масса не более 100 г.

Основное назначение — отображение цифровой информации в электронных настольных часах. Семь сегментов — черточек, расположенных под цифровыми разрядами, предназначены для индикации дней недели.



Электрические и световые параметры при $T_{окр}=25\,°С$

Контраст знака по отношению к фону при $U_{упр}=3$ В, $f_{раб}=32$ Гц, не менее	80 %
Ток потребления, не более:	
ИЖКЦ1-4/24А, ИЖКЦ2-4/24А	9,5 мкА
ИЖКЦ1-4/24Б, ИЖКЦ2-4/24Б	15 мкА
ИЖКЦ1-4/24В, ИЖКЦ2-4/24В	25 мкА
Напряжение управления эффективное	3 В

Рабочая частота управляющего напряжения . . .	32—50 Гц
Время реакции, не более	750 мс
Время релаксации, не более	750 мс

Предельные эксплуатационные данные

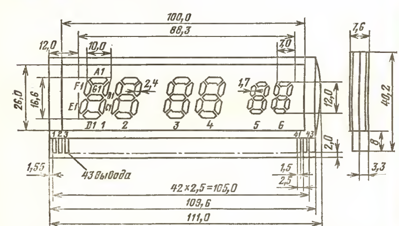
Минимальное напряжение управления эффективное .	2,4 В
Максимальное напряжение управления эффективное	10 В
Диапазон рабочей частоты управляющего напряжения	30—100 Гц
Диапазон рабочей температуры окружающей среды	1—50 °С

7.4. ШЕСТИРАЗРЯДНЫЕ ЦИФРО-ЗНАКОВЫЕ ИНДИКАТОРЫ

ИЖКЦ1-6/17, ИЖКЦ2-6/17

Шестиразрядные цифро-знаковые индикаторы с высотой цифры 16,6 мм. Работа основана на твист-эффекте жидких кристаллов. Индикаторы ИЖКЦ1-6/17 работают на просвет, а ИЖКЦ2-6/17 — на отражение. Корпус выполнен из стекла с наклеенными поляроидами; выводы из износостойких токопроводящих дорожек на стекле под разъем. Масса не более 60 г.

Основное назначение — отображение цифровой информации в электронных приборах точного времени.



Вывод 1-элемент B1, 2-A1, 3-F1, 4-G1, 5-E1, 6-D1, 7-C1, 8-E2, 9-D2, 10-C2, 11-G2, 12-B2, 13-A2, 14-F2, 15-B3, 16-A3, 17-F3, 18-G3, 19-E3, 20-D3, 21-C3, 22-E4, 23-D4, 24-C4, 25-G4, 26-B4, 27-A4, 28-F4, 29-B5, 30-A5, 31-F5, 32-G5, 33-E5, 34-D5, 35-C5, 36-E6, 37-D6, 38-C6, 39-G6, 40-B6, 41-A6, 42-F6, 43-ОЭ

Электрические и световые параметры при $T_{окр} = 25\,°C$

Контраст знака по отношению к фону при $U_{упр} = 6$ В, $f_{раб} = 64$ Гц, не менее:	
ИЖКЦ1-6/17	90 %
ИЖКЦ2-6/17	87,5 %
Ток потребления, не более	45 мкА
Напряжение управления эффективное	6 В
Рабочая частота управляющего напряжения	64 Гц
Время реакции, не более	400 мс
Время релаксации, не более	400 мс

Предельные эксплуатационные данные

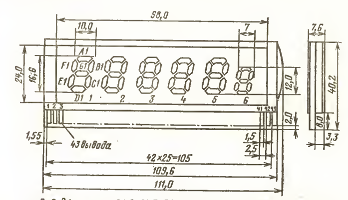
Минимальное напряжение управления эффективное	4 В
Максимальное напряжение управления эффективное	10 В
Диапазон рабочей частоты управляющего напряжения	30—300 Гц
Диапазон рабочей температуры окружающей среды	1—55 °C

ИЖКЦ3-6/17, ИЖКЦ4-6/17

Шестиразрядные цифро-знаковые индикаторы с высотой цифры 16,6 мм. Работа основана на твист-эффекте жидких кристаллов. Индикаторы ИЖКЦ3-6/17 работают на просвет, а ИЖКЦ4-6/17 — на отражение.

Корпус выполнен из стекла и пластмассы с выводами под разъем. Масса не более 60 г.

Предназначены для отображения цифровой информации в радиоприемных устройствах.



Вывод 1-элемент A1, 2-F1, 3-E1, 4-D1, 5-C1, 6-G1, 7-B1, 8-A2, 9-F2, 10-E2, 11-D2, 12-C2, 13-G2, 14-B2, 15-A3, 16-F3, 17-E3, 18-D3, 19-C3, 20-C3, 21-B3, 22-A4, 23-F4, 24-E4, 25-D4, 26-C4, 27-G4, 28-B4, 29-A5, 30-F5, 31-E5, 32-D5, 33-C5, 34-G5, 35-B5, 36-A6, 37-F6, 38-E6, 39-D6, 40-C6, 41-G6, 42-B6, 43-ОЭ

Электрические и световые параметры при $T_{окр}=25\,°C$

Контраст знака по отношению к фону при $U_{упр}=9$ В, $f_{раб}=64$ Гц, не менее:	
ИЖКЦ3-6/17	90 %
ИЖКЦ4-6/17	87,5 %
Ток потребления, не более	70 мкА
Напряжение управления эффективное	9 В
Рабочая частота управляющего напряжения	64 Гц
Время реакции, не более	300 мс
Время релаксации, не более	300 мс

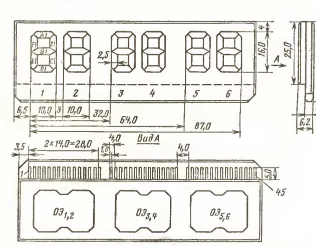
Предельные эксплуатационные данные

Минимальное напряжение управления эффективное	4 В
Максимальное напряжение управления эффективное	10 В
Диапазон рабочей частоты управляющего напряжения	30—300 Гц
Диапазон рабочей температуры окружающей среды	—10÷ +55 °С

ЦИЖ-5

Шестиразрядные цифро-знаковые индикаторы с высотой цифры 16 мм. Работа основана на эффекте динамического рассеяния в жидких кристаллах. Способ индикации — на отражение света. Корпус выполнен из стекла и пластмассы с выводами из износостойких дорожек на стекле под специальный разъем-розетку. Масса не более 45 г.

Основное назначение — отображение цифровой информации в электронных приборах точного времени.



Вывод 1-элемент В1, 2-А1, 3-F1, 4-G1, 5-E1, 6-D1, 7-C1, 8-ОЭ$_{1,2}$, 9-D2, 10-C2, 12-G2, 13-B2, 14-A2, 15-F2, 16-B3, 17-A3, 18-F3, 19-G3, 20-E3, 21-D3, 22-C3, 23-ОЭ$_{3,4}$, 24-E4, 25-D4, 26-C4, 27-G4, 28-B4, 29-A4, 30-F4, 31-B5, 32-A5, 33-F5, 34-G5, 35-E5, 36-D5, 37-C5, 38-ОЭ$_{5,6}$, 39-E6, 40-D6, 41-C6, 42-G6, 43-B6, 44-A6, 45-F6

Электрические и световые параметры при $T_{окр} = 25\,°C$

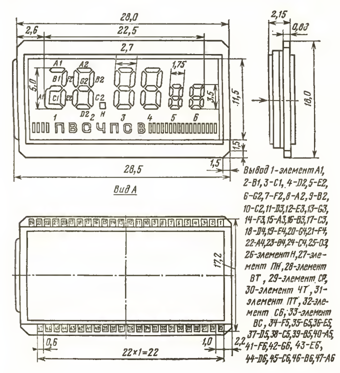
Контраст знака по отношению к фону при $U_{упр} = 15$ В, $f_{раб} = 32$ Гц, не менее	20 отн. ед.
Ток потребления, не более	60 мкА
Напряжение управления эффективное	15 В
Рабочая частота управляющего напряжения	32 Гц

Предельные эксплуатационные данные

Минимальное напряжение управления эффективное	15 В
Максимальное напряжение управления эффективное	30 В
Диапазон рабочей частоты управляющего напряжения	30—50 Гц
Диапазон рабочей температуры окружающей среды	5—50 °C

ЦИЖ-9

Шестиразрядные цифро-знаковые индикаторы с высотой цифры 5 мм. Работа основана на твист-эффекте жидких кристаллов. Корпус стеклянный с выводами из износостойких дорожек на стекле, предназначенными под специальный разъем. Масса не более 3 г. Основное назначение — отображение информации в малогабаритных приборах точного времени.



Электрические и световые параметры при $T_{окр}=25$ °С

Контраст знака по отношению к фону при $U_{упр}=2,7$ В, $f_{раб}=64$ Гц, не менее	83 %
Ток потребления, не более	2 мкА
Напряжение управления эффективное	2,7 В
Рабочая частота управляющего напряжения	64 Гц
Время реакции, не более	400 мс
Время релаксации, не более	400 мс

Предельные эксплуатационные данные

Минимальное напряжение управления эффективное	2,4 В
Максимальное напряжение управления эффективное	6 В
Диапазон рабочей частоты управляющего напряжения	30—1000 Гц
Диапазон рабочей температуры окружающей среды	1—50 °С

7.5. ДЕВЯТИРАЗРЯДНЫЕ ЦИФРО-ЗНАКОВЫЕ ИНДИКАТОРЫ

ИЖКЦ1-8/5

Девятиразрядные цифро-знаковые индикаторы с высотой цифры 5 мм. Работа основана на твист-эффекте жидких кристаллов. Способ индикации — на отражение света. Корпус стеклянный. На одной стеклянной пластине токопроводящим прозрачным покрытием нанесен рисунок восьми цифровых разрядов и одного служебного, при этом сегменты *AGC*, *BH* и *DEF* всех разрядов соединены между собой. На другой пластине нанесен рисунок электродов, являющихся общими для трех групп сегментов: *CDH*, *BEG*, *AFKNM*. На внешнюю поверхность задней пластины наклеен поляроид с отражающим покрытием. Передний поляроид устанавливается непосредственно в аппаратуре. Выводы изготовлены из износостойких токопроводящих дорожек на стекле. Масса индикатора не более 9 г.

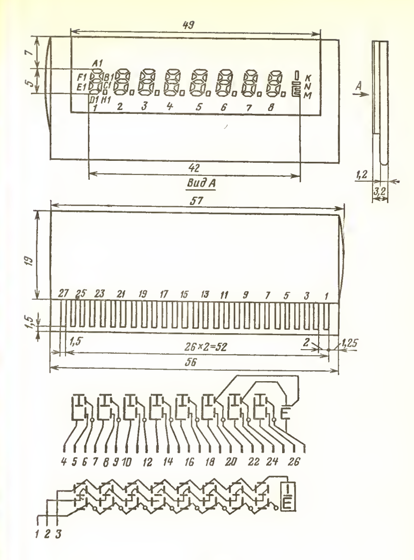
Основное назначение — индикация в микрокалькуляторах.

Электрические и световые параметры при $T_{окр}=25$ °С

Контраст знака по отношению к фону при $U_{упр}=6$ В, $f_{раб}=120$ Гц, не менее	83,5 %
Ток потребления, не более	8 мкА
Напряжение управления амплитудное	6 В
Рабочая частота управляющего напряжения	120 Гц
Время реакции, не более	350 мс
Время релаксации, не более	350 мс

Предельные эксплуатационные данные

Минимальное напряжение управления амплитудное	5,4 В
Максимальное напряжение управления амплитудное	6,3 В
Диапазон рабочей частоты управляющего напряжения	60—180 Гц
Диапазон рабочей температуры окружающей среды	1—40 °С



ЦИЖ-4

Девятиразрядные цифро-знаковые индикаторы с высотой цифры 6 мм. Работа основаиа иа эффекте динамического рассеяиия в жидких кристаллах. Изготавливаются в корпусе из стекла, залитого компауидом, с леиточиыми выводами под распайку. Способ индикации — иа отражеиие света. Масса не более 40 г.

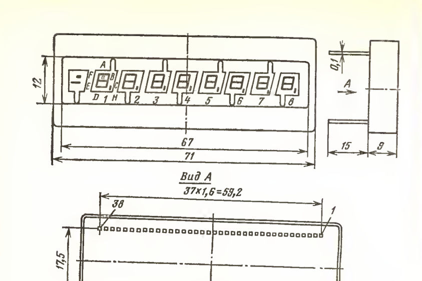
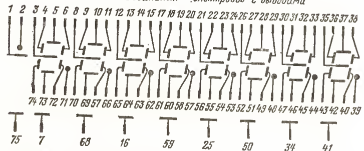


Схема соединения электродов с выводами



Вывод 1 - знак минус, 2 - точка над знаком, 3-G1, 4-F1, 5-A1, 6-B1, 7-03, 8-G2, 9-F2, 10-A2, 11-B2, 12-G3, 13-F3, 14-A3, 15-B3, 16-03, 17-G4, 18-F4, 19-A4, 20-B4, 21-G5, 22-F5, 23-A5, 24-B5, 25-03, 26-G6, 27-F6, 28-A6, 29-B6, 30-G7, 31-F7, 32-A7, 33-B7, 34-03, 35-G8, 36-F8, 37-A8, 38-B8, 39-H8, 40-C8, 41-03, 42-D8, 43-E8, 44-H7, 45-C7, 46-D7, 47-E7, 48-H6, 49-C6, 50-03, 51-D6, 52-E6, 53-H5, 54-C5, 55-D5, 56-E5, 57-H4, 58-C4, 59-03, 60-D4, 61-E4, 62-H3, 63-C3, 64-D3, 65-E3, 66-H2, 67-C2, 68-03, 69-D2, 70-E2, 71-H1, 72-C1, 73-D1, 74-E1, 75-03

Каждый разряд индикатора имеет отдельный общий электрод.

Основное назначение — отображение цифровой информации в приборах с автономным питанием.

Электрические и световые параметры при $T_{окр}=25$ °C

Контраст знака по отношению к фону $U_{упр}=20$ В, $f_{раб}=50$ Гц, не менее	90 %
Ток потребления, не более	100 мкВ
Напряжение управления эффективное	20 В
Рабочая частота управляющего напряжения	50 Гц
Суммарное время реакции и релаксации, не более	800 мс

Предельные эксплуатационные данные

Минимальное напряжение управления эффективное	10 В
Максимальное напряжение управления эффективное	30 В
Диапазон рабочей частоты управляющего напряжения	30—70 Гц
Диапазон рабочей температуры окружающей среды	—10÷+50 °C

ЦИЖ4-1

Девятиразрядные цифро-знаковые индикаторы с высотой цифры 6 мм. Работа основана на эффекте динамического рассеяния в жидких кристаллах. Изготавливаются в корпусе из стекла, залитого компаундом, с выводами в виде износостойких токопроводящих покрытий на стекле под разъем. Способ индикации — на отражение света. Масса не более 35 г.

Каждый разряд индикатора имеет отдельный общий электрод.

Электрические и световые параметры при $T_{окр}=25$ °C

Контраст знака по отношению к фону при $U_{упр}=20$ В, $f_{раб}=50$ Гц, не менее	90 %
Ток потребления, не более	100 мкА
Напряжение управления эффективное	20 В
Рабочая частота управляющего напряжения	50 Гц
Суммарное время реакции и релаксации, не более	800 мс

Предельные эксплуатационные данные

Минимальное напряжение управления эффективное	10 В
Максимальное напряжение управления эффективное	30 В
Диапазон рабочей частоты управляющего напряжения	30—70 Гц
Диапазон рабочей температуры окружающей среды	—10÷+50° C

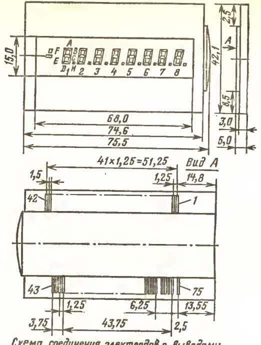


Схема соединения электродов с выводами

1 4 6 9 11 14 16 19 21 24 26 29 31 34 36 39 41

74 72 70 68 66 64 62 60 58 56 54 52 50 48 46 44

75 3 8 13 18 23 28 33 38

Вывод 1-точка над знаком, 2-знак минус, 3-ОЭ, 4-F1, 5-A1, 6-B1, 7-G1, 8-ОЭ, 9-F2, 10-A2, 11-B2, 12-G2, 13-ОЭ, 14-F3, 15-A3, 16-B3, 17-G3, 18-ОЭ, 19-F4, 20-A4, 21-B4, 22-G4, 23-ОЭ, 24-F5, 25-A5, 26-B5, 27-G5, 28-ОЭ, 29-F6, 30-A6, 31-B6, 32-G6, 33-ОЭ, 34-F7, 35-A7, 36-B7, 37-G7, 38-ОЭ, 39-F8, 40-A8, 41-B8, 42-G8, 43-H8, 44-C8, 45-D8, 46-E8, 47-H7, 48-C7, 49-D7, 50-E7, 51-H6, 52-C6, 53-D6, 54-E6, 55-H5, 56-C5, 57-D5, 58-E5, 59-H4, 60-C4, 61-D4, 62-E4, 63-H3, 64-C3, 65-D3, 66-E3, 67-H2, 68-C2, 69-D2, 70-E2, 71-H1, 72-C1, 73-D1, 74-E1, 75-ОЭ

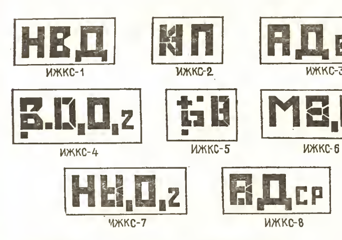
7.6. СИМВОЛЬНЫЕ ИНДИКАТОРЫ

ИЖКС1, ИЖКС2, ИЖКС3, ИЖКС4, ИЖКС5, ИЖКС6, ИЖКС7, ИЖКС8

Символьные индикаторы с высотой символа 14 мм. Работа основана на твист-эффекте жидких кристаллов. Способ индикации — на отражение света.

Габаритные размеры корпуса 84,6×40×8 мм.

Предназначены для использования в медицинской электронной аппаратуре.



Виды рабочего поля символьных индикаторов ИЖКС-1 — ИЖКС-8

Электрические и световые параметры при $T_{окр}=25\,°C$

Контраст знака по отношению к фону при $U_{упр}=7$ В, $f_{раб}=50$ Гц, не менее:	
ИЖКС1, ИЖКС2	87,6 %
ИЖКС3, ИЖКС4, ИЖКС5, ИЖКС6, ИЖКС7, ИЖКС8	87,5 %
Ток потребления, не более	70 мкА
Напряжение управления эффективное	7 В
Рабочая частота управляющего напряжения	50 Гц
Суммарное время реакции и релаксации, не более	800 мс

Предельные эксплуатационные данные

Минимальное напряжение управления эффективное	5 В
Максимальное напряжение управления эффективное	10 В
Диапазон рабочей частоты управляющего напряжения	30—1000 Гц
Диапазон рабочей температуры окружающей среды	1—50 °С

ИЖКС9, ИЖКС10, ИЖКС11

Символьные индикаторы с высотой символа: ИЖКС9—12 мм, ИЖКС10—15 мм, ИЖКС11—13 мм. Работа основана на твист-эффекте жидких кристаллов.

Габаритные размеры корпуса 42×24,6×7,2 мм.

Предназначены для использования в аппаратуре электронной автоматики.


ИЖКС-9


ИЖКС-10


ИЖКС-11

Виды рабочего поля символьных индикаторов ИЖКС-9—ИЖКС-11

Электрические и световые параметры при $T_{окр}=25\,°C$

Контраст знака по отношению к фону при $U_{упр}=7$ В, $f_{раб}=50$ Гц, не менее	83,3%
Ток потребления, не более	8 мкА
Напряжение управления эффективное	7 В
Рабочая частота управляющего напряжения	50 Гц
Суммарное время реакции и релаксации, не более	800 мс

Предельные эксплуатационные данные

Минимальное напряжение управления эффективное	4 В
Максимальное напряжение управления эффективное	10 В
Диапазон рабочей частоты управляющего напряжения	30—1000 Гц
Диапазон рабочей температуры окружающей среды	−10÷+ +55 °C

ИЖК-1, ИЖК-2, ИЖК-3, ИЖК-4

Символьные индикаторы с высотой символа 10,5 мм.

Габаритные размеры корпуса 24,5×20,5×5 мм.

Предназначены для использования в средствах отображения информации аппаратуры автоматики и промышленной электроники.

Электрические и световые параметры при $T_{окр}=25\,°C$

Контраст знака по отношению к фону при $U_{упр}=21$ В, $f_{раб}=50$ Гц, не менее	90%
Ток потребления, не более:	
ИЖК-1, ИЖК-2, ИЖК-3	50 мкА
ИЖК-4	100 мкА
Напряжение управления эффективное	21 В
Рабочая частота управляющего напряжения	50 Гц
Время реакции, не более	300 мс
Время релаксации, не более	300 мс



Виды рабочего поля символьных индикаторов ИЖК-1 — ИЖК-4

Предельные эксплуатационные данные

Минимальное напряжение управления эффективное	15 В
Максимальное напряжение управления эффективное	30 В
Диапазон рабочей частоты управляющего напряжения	30—60 Гц
Диапазон рабочей температуры окружающей среды	−5 ÷ +55 °С

Раздел 8
РЕЗИСТОРНЫЕ ОПТОПАРЫ

8.1. ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ, УСТРОЙСТВО, ПАРАМЕТРЫ, ОСНОВНЫЕ СХЕМЫ ПРИМЕНЕНИЯ

Оптопарой называется оптоэлектронный полупроводниковый прибор, состоящий из излучающего и фотоприемного элементов, между которыми имеется оптическая связь и обеспечена электрическая изоляция. В резисторной оптопаре в качестве фотоприемного элемента используется фоторезистор — полупроводниковый резистор, сопротивление которого уменьшается при воздействии видимых световых или невидимых инфракрасных лучей (конструкция показана на рис. 8.1). Уменьшение сопротивления фоторезистора происходит за счет генерации светом пар свободных носителей заряда — электронов и дырок, увеличивающих электропроводность полупроводника.

Излучателем в резисторной оптопаре может служить светоизлучающий диод, ИК-излучающий диод или сверхминиатюрная лампочка накаливания.

Фоторезисторы оптопар чаще изготавливаются на основе селенида кадмия. Общим требованием является согласованность излучателя и приемника по спектральным характеристикам.

Темновой ток фоторезистора при отсутствии воздействия света от излучателя обычно составляет единицы микроампер. При облучении проводимость фоторезистора значительно возрастает, иногда в сотни и тысячи раз. Проводимость пропорциональна силе света излучателя. Поэтому путем изменения тока через излучатель можно управлять проводимостью фоторезистора. Свойства фоторезисторов не зависят от полярности приложенного напряжения, что позволяет включать их в цепь переменного тока.

Фоторезистор и излучатель объединены внутри корпуса оптопары оптически прозрачной средой (клеем) с большим сопротивлением изоляции. Поэтому цепь излучателя надежно изолирована от выходной цепи оптопары-фотоприемника. Параметры оптопар зависят от температуры. Повышение температуры фоторезистора приводит к увеличению

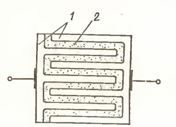


Рис. 8.1. Конструкция фоторезистора в резисторной оптопаре:

1 — металлические электроды; *2* — слой фоторезистора

его светового сопротивления и снижению фототока. При повышении температуры темновой ток увеличивается, темновое сопротивление уменьшается. Отрицательным свойством резисторных оптопар является их низкое быстродействие.

Важнейшим параметром модуляторного резисторного оптрона ОЭП-16 является динамическая кратность, которая выражается отношением

$$\alpha_{\text{дин}} = R_{\text{вых.посл}}/R_{\text{вых.пар}}.$$

Выходные сопротивления измеряются в заданном режиме питания светодиодов при попеременной подаче прямоугольных импульсов с частотой 250 Гц и скважностью 2. Указанный режим является также и оптимальным эксплуатационным режимом, так как позволяет получать наилучшую модуляцию.

Для многоэлементного оптрона 3ОР125А разброс, %, выходных световых сопротивлений двух ближайших по значению (маркированных) фоторезисторных элементов определяется по формуле

$$\alpha_{\min} = (R_{ci} - R_{ck})\, 100/R_{ci},$$

где R_{ci} и R_{ck} — выходные световые сопротивления маркированных фоторезисторных элементов. В формуле должно соблюдаться условие $R_{ci} > R_{ck}$.

Отношение выходных световых сопротивлений между первым и любым другим фоторезисторным элементом производят по формуле $\alpha = R_{ci}/R_{ck}$, где R_{ci} и R_{ck} — выходные световые сопротивления первого и любого другого элемента.

Все оптопары имеют входные параметры, описывающие работу входной цепи, и выходные, относящиеся к нагрузочной цепи. Кроме них

оптопары характеризуются также рядом параметров, отражающих взаимосвязь входной и выходной цепей. Эти параметры называются передаточными или проходными.

Основными параметрами резисторных оптопар являются следующие:

входное напряжение $U_{вх}$ — значение постоянного или эффективного напряжения на входе оптопары при заданном входном токе;

максимальный входной ток $I_{вх\,max}$ — максимальное значение постоянного или среднего входного тока;

выходной коммутируемый ток $I_{вых\,ком}$ — номинальное значение среднего выходного тока коммутационной резисторной оптопары;

максимальный выходной коммутируемый ток $I_{вых.ком\,max}$ — максимальное значение среднего выходного тока;

максимальный выходной ток $I_{вых\,max}$ — максимальное значение выходного тока, при котором обеспечивается заданная надежность при длительной работе;

максимальное выходное коммутируемое напряжение $U_{вых.ком\,max}$ — максимальное эффективное значение выходного напряжения;

максимальная мощность рассеяния $P_{вых.max}$ — мощность на выходе резисторной оптопары, при которой обеспечивается заданная надежность при длительной работе;

выходное темновое сопротивление $R_{вых.т}$ — сопротивление фоторезистора при отсутствии входного тока;

выходное световое сопротивление $R_{вых.с}$ — сопротивление фоторезистора при заданном входном токе;

выходное сопротивление при последовательно соединенных фоторезисторах $R_{вых.посл}$ — сопротивление модуляторных оптопар при их попеременном освещении световыми сигналами прямоугольной формы частотой 240 Гц и скважностью, равной 2;

выходное сопротивление при параллельно соединенных фоторезисторах $R_{вых.пар}$ — сопротивление выхода модуляторных оптопар при их попеременном освещении;

динамическая кратность выходного сопротивления $\alpha_{дин}$ — отношение выходного сопротивления при последовательно соединенных фоторезисторах к выходному сопротивлению при параллельно соединенных фоторезисторах модуляторных резисторных оптопар;

рабочая частота модуляции $f_{мод}$ — оптимальная частота модуляции резисторных оптопар, при которой достигается наиболее эффективное усиление сигналов;

выходное напряжение смещения $U_{вых.см}$ — паразитная ЭДС, возникающая на выходе модуляторной резисторной оптопары;

время выключения $t_{выкл}$ — интервал времени между моментами снятия входного сигнала и спада выходного сигнала до уровня 0,5 максимального значения;

сопротивление изоляции $R_{из}$ — сопротивление между входной и выходной цепями резисторной оптопары;

проходная емкость $C_{пр}$ — емкость между входом и выходом оптопары;

максимальное напряжение изоляции $U_{из\,max}$ — напряжение, которое может быть приложено между входом и выходом, при котором сохраняется электрическая прочность оптопары.

Важнейшими характеристиками резисторной оптопары являются входная вольт-амперная характеристика, выходная температурная и передаточная характеристики — зависимость выходного сопротивления от входного тока.

Все резисторные оптопары изготавливаются в металлических кор-

пусах. Корпус прибора ОЭП-16 имеет плоский медный радиатор для поддержания стабильного теплового режима фоторезистора при импульсной работе.

Резисторные оптопары применяются преимущественно для бесконтактной коммутации и управления в цепях переменного тока в широком диапазоне частот.

Резисторные оптопары являются почти идеальными устройствами управления электролюминесцентными индикаторами. На рис. 8.2 приведена схема управления электролюминесцентным символьным индикатором. Входная цепь оптопары получает управляющий сигнал от логических устройств с небольшим напряжением питания. За счет высокого сопротивления изоляции выходная высоковольтная цепь надежно изолирована от схем управления.

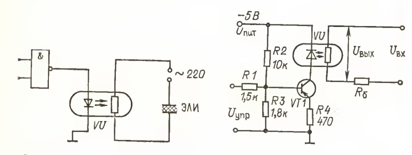


Рис. 8.2. Схема коммутации электролюминесцентного индикатора

Рис. 8.3. Схема управляемого делителя напряжения

На рис. 8.3 показана схема управляемого делителя напряжения на резисторной оптопаре. От источника питания через светодиод задается некоторый начальный ток, вследствие чего рабочая точка выводится на линейный участок.

Выходная цепь управляемого делителя напряжения состоит из последовательно соединенных резистора и фоторезистора.

При изменении светового потока изменяется сопротивление фоторезистора и, следовательно, коэффициент передачи делителя.

Управляемый бесконтактный делитель на оптопаре обладает достаточным быстродействием, надежной гальванической развязкой между управляющей и входной цепями, способен управлять как постоянным (однополярным), так и переменным напряжением.

Резисторная оптопара применяется в ряде устройств автоматической регулировки усиления. Схема, изображенная на рис. 8.4, используется в телефонных системах связи для поддержания оптимального уровня выходного сигнала при изменении его в широком диапазоне (до 50 дБ и более).

Основой схемы является операционный усилитель, охваченный обратной связью. В качестве сопротивления обратной связи используется фоторезистор оптопары. Когда выходное напряжение операционного усилителя превышает значение начального порогового напряжения светодиода, через входную цепь оптопары протекает ток, что вызывает уменьшение сопротивления обратной связи.

При малом входном сигнале роль сопротивления обратной связи выполняет резистор *R3*. После включения оптрона сопротивление параллельно включенных резистора *R3* и фоторезистора уменьшается и коэффициент усиления операционного усилителя также уменьшается.

На рис. 8.5 показана схема двухкаскадного транзисторного усилителя с оптоэлектрической связью. Оптопара осуществляет преобразование коллекторного тока транзистора *VT1* в световой сигнал, управляющий сопротивлением фоторезистора, включенного в цепь базы транзистора *VT2*. Таким образом обеспечивается прямая передача аналогового сигнала при практически полном отсутствии обратной передачи с выхода на вход оптопары.

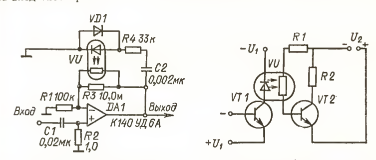


Рис. 8.4. Схема автоматической регулировки усиления

Рис. 8.5. Схема межкаскадной связи

Применение резисторной оптопары для формирования синусоидального сигнала показано на рис. 8.6. На вход подаются симметричные прямоугольные импульсы. Лампочка накаливания оптопары обладает инерционностью при включении и выключении; кроме того, нарастание яркости происходит нелинейно во времени. В результате на выходе получается сигнал, близкий к синусоиде. Изменение частоты осуществляется путем изменения частоты входного сигнала. Амплитуда может изменяться переменным резистором *R2*.

Модуляцию постоянных или медленно изменяющихся напряжений с целью последующего усиления сигнала осуществляют обычно с помощью электромеханических или транзисторных модуляторов.

Оптоэлектронный модулятор на основе резисторной оптопары ОЭП-16 представлен на рис. 8.7.

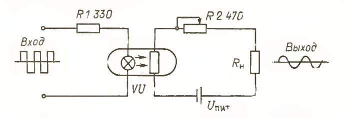


Рис. 8.6. Схема генератора синусоидальных колебаний

Фоторезисторы оптопары соединены последовательно. На светодиоды от внешнего источника подается сигнал модуляции. С одного из фоторезисторов снимается промодулированный микровольтный сигнал. Оптоэлектронный модулятор отличается от других типов простотой устройства, высоким быстродействием, низким потреблением мощности.

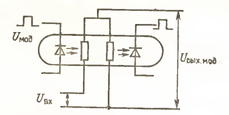
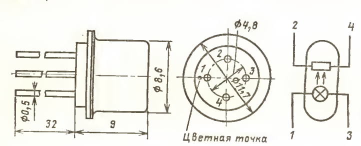


Рис. 8.7. Схема модулятора постоянного напряжения

8.2. РЕЗИСТОРНЫЕ ОПТОПАРЫ, ВЫПОЛНЯЮЩИЕ ФУНКЦИИ КЛЮЧЕВЫХ И АНАЛОГОВЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

ОЭП-1, ОЭП-2

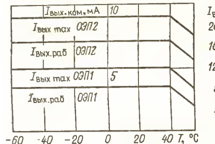
Оптопары резисторные коммутационные. Излучатель оптопары представляет собой лампу накаливания, приемник — фоторезистор на основе селенистого кадмия. Выпускаются в металлостеклянном корпусе. Масса **не более** 2,4 г.



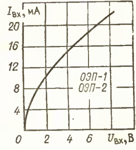
Электрические параметры

Входное напряжение при $I_{вх}=16$ мА	3,8—5,5 В
Выходной коммутируемый ток при $T_{окр}\leqslant 40$ °С:	
ОЭП-1	3,5 мА
ОЭП-2	7 мА
Выходное темновое сопротивление, не менее:	
при $T_{окр}=20$ °С:	
ОЭП-1	$3\cdot10^8$ Ом
ОЭП-2	$3\cdot10^7$ Ом
при $T_{окр}=-60$ °С и $T_{окр}=40$ °С:	

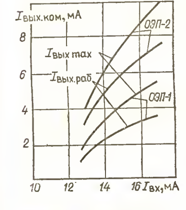
ОЭП-1	$5 \cdot 10^7$ Ом
ОЭП-2	10^7 Ом
Выходное световое сопротивление, не более:	
при $T_{окр} \leqslant 40$ °С:	
ОЭП-1	$4 \cdot 10^3$ Ом
ОЭП-2	500 Ом
при $T_{окр} = 55$ °С:	
ОЭП-1	$6 \cdot 10^3$ Ом
ОЭП-2	600 Ом
Время включения, не более:	
при $T_{окр} = 20 \div 55$ °С	200 мс
при $T_{окр} = -60$ °С	4000 мс



Зависимость коммутируемого тока от температуры

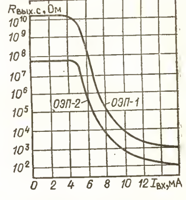


Входная характеристика





Зависимость коммутируемого тока от входного тока



Зависимость выходного светового сопротивления от входного тока

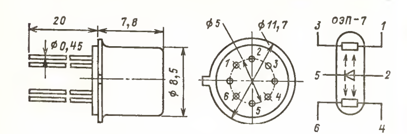
Предельные эксплуатационные данные

Входной средний ток	18 мА
Выходной средний коммутируемый ток:	
при $T_{окр} \leqslant 40$ °С:	
ОЭП-1	5 мА
ОЭП-2	9 мА
при $T_{окр} = 55$ °С:	
ОЭП-1	3,5 мА
ОЭП-2	7 мА
Выходное коммутируемое эффективное напряжение	250 В
Напряжение изоляции	500 В
Диапазон рабочей температуры окружающей среды	−60 ÷ +55 °С

ОЭП-7

Оптопары резисторные. Излучатель оптопары — светодиодная структура на основе галлий—алюминий—мышьяк; приемник — фоторезистор на основе селенистого кадмия. Выпускаются в металлостеклянном корпусе.

Предназначен для ключевых и аналоговых устройств.



Электрические и световые параметры при $T_{окр} = 25$ °С

Входное напряжение при входном токе 10 мА, не более	3,8 В
Выходное темновое сопротивление, не менее	10^6 Ом
Выходное световое сопротивление при $I_{вх} = 10$ мА, не более	$2 \cdot 10^3$ Ом
Время включения при выходном сопротивлении $2 \cdot 10^5$ Ом, не более	120 мс

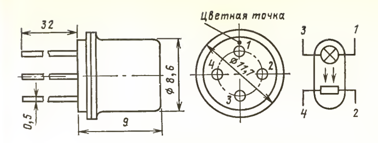
Предельные эксплуатационные данные

Входной постоянный ток	10 мА
Выходной ток	0,2 мА
Выходное напряжение	35 В
Выходная мощность рассеяния	10 мВт
Диапазон рабочей температуры окружающей среды	−60 ÷ +55 °С

ОЭП-9, ОЭП-10, ОЭП-11, ОЭП-12, ОЭП-13

Оптопары резисторные. Излучатель оптопары представляет собой лампу накаливания, приемник — фоторезистор на основе селенистого кадмия. Выпускаются в металлостеклянном корпусе.

Предназначен для ключевых и аналоговых устройств.



Электрические параметры при $T_{окр}=25\,°C$

Входное напряжение при $I_{вх}=16$ мА, не более	5,8 В
Выходное темновое сопротивление, не менее:	
ОЭП-9	10^9 Ом
ОЭП-10	10^{11} Ом
ОЭП-11	10^7 Ом
ОЭП-12	$1{,}5\cdot10^7$ Ом
ОЭП-13	$1{,}5\cdot10^8$ Ом
Выходное световое сопротивление, не более:	
при $I_{вх}=16$ мА:	
ОЭП-9	10^4 Ом
ОЭП-10	10^6 Ом
ОЭП-11	$1{,}5\cdot10^2\div10^3$ Ом
ОЭП-12	400 Ом
ОЭП-13	$3\cdot10^3$ Ом
при $I_{вх}=10$ мА:	
ОЭП-11	$1{,}5\cdot10^3\div10^4$ Ом
Время выключения, не более:	
на уровне выходного сопротивления:	
$2\cdot10^7$ Ом ОЭП-9	100 мс
$2\cdot10^8$ Ом ОЭП-10	100 мс
10^5 Ом ОЭП-11	200 мс
10^5 Ом ОЭП-12	200 мс
$4\cdot10^6$ Ом ОЭП-13	200 мс
Сопротивление изоляции, не менее:	
ОЭП-9, ОЭП-10	10^{11} Ом
ОЭП-11, ОЭП-12, ОЭП-13	$5\cdot10^8$ Ом

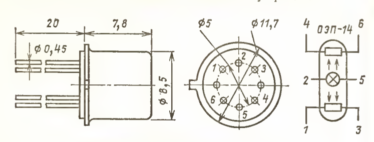
Предельные эксплуатационные данные

Входной средний ток	20 мА
Выходной ток	
ОЭП-9, ОЭП-10	0,2 мА
ОЭП-11	1 мА
ОЭП-12, ОЭП-13	2 мА
Выходное напряжение:	
ОЭП-9, ОЭП-10	20 В
ОЭП-11	10 В
ОЭП-12, ОЭП-13	250 В
Выходная мощность рассеивания	25 мВт
Напряжение изоляции	100 В
Диапазон рабочей температуры окружающей среды	$-60\div+55$ °C

ОЭП-14

Оптопары резисторные. Излучатель оптопары представляет собой лампу накаливания, приемник — фоторезистор на основе селенистого кадмия. Выпускаются в металлостеклянном корпусе.

Предназначены для ключевых и аналоговых устройств.



Электрические параметры при $T_{окр}=25\ °C$

Входное напряжение при входном токе 10 мА, не более	5,8 В
Выходное темновое сопротивление, не менее	10^7 Ом
Выходное световое сопротивление:	
при $I_{вх}=10$ мА	$1{,}5\cdot10^3\div10^4$ Ом
при $I_{вх}=16$ мА	$150-10^3$ Ом
Время выключения на уровне выходного сопротивления 10^5 Ом, не более	200 мс
Сопротивление изоляции, не менее	$5\cdot10^8$ Ом

Предельные эксплуатационные данные

Входной средний ток	20 мА
Выходной ток	1 мА
Выходное напряжение	10 В
Выходная мощность рассеяния	15 мВт
Напряжение изоляции	10 В
Диапазон рабочей температуры окружающей среды	$-60\div+55$ °C

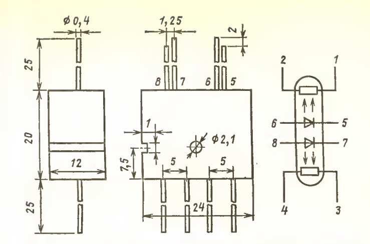
8.3. МОДУЛЯТОРНЫЕ ОПТОПАРЫ

ОЭП-16

Оптопары резисторные модуляторные. Излучатель оптопары арсенидогаллиевый ИК-диод, приемник — фоторезистор на основе соединения ртуть—кадмий—селен. Выпускаются в металлостеклянном корпусе.

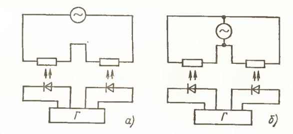
Электрические параметры при $T_{окр}=25\ °C$

Входное напряжение $I_{вх}=10$ мА, не более	2,5 В
Выходное сопротивление при последовательно соединенных фоторезисторах, не более	100 кОм
Выходное сопротивление при параллельно соединенных фоторезисторах, не более	30 кОм
Динамическая кратность выходного сопротивления, не менее	15
Рабочая частота модуляции, не более	250 Гц
Проходная емкость, не более	0,05 пФ
Выходное напряжение смещения, не более	0,7 мкВ



Предельные эксплуатационные данные (для каждой оптопары)

Входной постоянный ток	20 мА
Выходное напряжение	5 В
Выходная мощность рассеяния	5 мВт
Напряжение изоляции	100 В
Диапазон рабочей температуры окружающей среды	1—55 °С



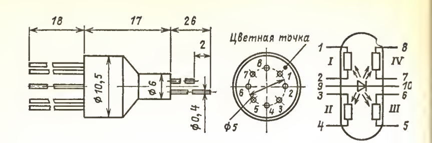
Схемы измерения выходных сопротивлений оптопар типа ОЭП-16: *а* — измерение $R_{\text{вых.посл}}$; *б* — измерение $R_{\text{вых.пар}}$

8.4. МНОГОЭЛЕМЕНТНЫЕ ОПТОПАРЫ

ЗОР125А

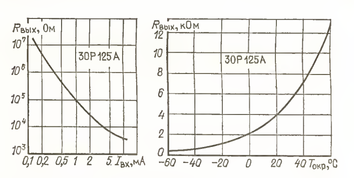
Оптопары резисторные. Излучатель — арсенидогаллиевый излучающий диод инфракрасного спектра, приемник — четырехэлементный планарный фоторезистор на основе соединения селен—кадмий—ртуть. Выпускаются в металлостеклянном корпусе. Масса не более 4 г.

Маркировка: вывод 1 — белая точка; нечетные выводы выходных элементов с максимально близким R_c обозначены цветными точками.



Электрические параметры при $T_{окр}=25\,°C$

Входное напряжение при $I_{вх}=10$ мА, не более	2 В
Выходное рабочее напряжение	1 В
Выходное темновое сопротивление каждого элемента, не менее	10^7 Ом
Выходное световое сопротивление каждого элемента при $I_{вх}=10$ мА, не более	10 кОм
Разброс выходных световых сопротивлений двух ближайших по значению (маркированных) фоторезисторных элементов при $I_{вх}=10$ мА, не более	20%
Отношение выходных световых сопротивлений между первым и любым другим фоторезисторным элементом при $I_{вх}=10$ мА, не более	3
Время нарастания (спада) импульса выходного тока при $I_{вх}=10$ мА, $U_{вых}=1$ В, не более	1 мс
Сопротивление изоляции между входом и выходом при $U_{из}=100$ В, не менее	10^9 Ом
Сопротивление изоляции между выходными цепями при $U_{из}=100$ В, не менее	$5\cdot10^8$ Ом

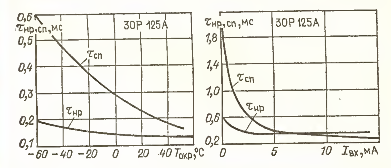


Зависимость выходного сопротивления одного элемента оптопары от входного тока

Зависимость выходного светового сопротивления одного элемента от температуры

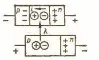
Предельные эксплуатационные данные

Входной постоянный ток	20 мА
Входное обратное импульсное напряжение при $\tau_и$=50 мс	6 В
Выходное постоянное напряжение (время воздействия ограничено до 1 ч)	6 В
Напряжение изоляции	1500 В
Диапазон рабочей температуры окружающей среды .	—60÷+60 °С



Зависимость времени нарастания и спада выходного сигнала от температуры

Зависимость времени нарастания и спада выходного сигнала от входного тока



Раздел 9
ДИОДНЫЕ ОПТОПАРЫ

9.1. ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ, ОСНОВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ, ПРИМЕНЕНИЕ

В диодной оптопаре в качестве фотоприемного элемента используется фотодиод на основе кремния, а излучателем служит инфракрасный излучающий диод. Максимум спектральной характеристики излучения диода приходится на длину волны около 1 мкм. При облучении оптронного фотодиода светом такой длины волны в нем возникает генерация пар носителей заряда — электронов и дырок. Интенсивность генерации пропорциональна силе света, а следовательно, входному току. Свободные электроны и дырки разделяются электрическим полем перехода фотодиода и заряжают *p*-область положительно, а *n*-область отрицательно. Таким образом, на выходных выводах оптопары появляется фото-ЭДС. В реальных приборах она не превышает 0,7—0,8 В. Описанная физическая картина относится к работе оптопары в генераторном режиме.

Если к фотодиоду оптопары приложено обратное напряжение более 0,5 В, то электроны и дырки, генерированные излучением, увеличивают обратный ток фотодиода. Это фотодиодный режим работы приемного элемента. Диодные оптопары могут работать как в генераторном, так и в фотодиодном режиме. Значение обратного фототока практически линейно возрастает с увеличением силы света излучающего диода.

Для повышения быстродействия фотодиоды создаются со структурой *p-i-n*, где *i* обозначает слой кремния собственной проводимости (полуизолирующий) между легированными областями *p*- и *n*-типа. Технологически данная структура выполняется путем эпитаксиального выращивания на противоположных плоскостях тонкой (40—50 мкм) пластины высокоомного кремния, низкоомных слоев *p*- и *n*-проводимости. Возникающее в *i*-области сильное электрическое поле приводит к сокращению времени пролета носителей заряда через эту область и быстрому нарастанию и спаду фототока. Время нарастания и спада фототока в таких фотодиодах может составлять единицы и даже доли наносекунд. Однако быстродействие оптопары в целом зависит еще и от быстродействия излучателя, а также омической выходной нагрузки. С учетом сказанного реальные значения времени задержки сигнала в диодном оптроне составляют около 1 мкс.

Основными параметрами диодных оптопар являются следующие:

входное напряжение $U_{вх}$ — постоянное прямое напряжение на диоде-излучателе при заданном входном токе;

максимальный входной ток или максимальный импульсный входной ток $I_{вх.max}$, $I_{вх.и max}$ — максимальные значения постоянного входного тока или амплитуды входного импульса, проходящего через входную цепь оптопары, при которых обеспечивается заданная надежность при длительной работе;

максимальное входное обратное напряжение $U_{вх.обр.max}$ — максимальное значение постоянного напряжения, приложенного ко входу диодного оптрона в обратном направлении, при котором обеспечивается заданная надежность при длительной работе;

максимальное выходное обратное постоянное и импульсное напряжения $U_{вых.обр.max}$ и $U_{вых.обр.и max}$, определяющие максимальные напряжения в выходной цепи оптопары, при которых обеспечивается ее надежная работа;

выходной обратный ток (темновой) $I_{вых.обр.т}$ — ток, протекающий в выходной цепи диодной оптопары при отсутствии входного тока и заданном напряжении на выходе;

время нарастания выходного сигнала $t_{нр}$ — интервал времени, в течение которого выходной сигнал оптопары изменяется от 0,1 до 0,5 максимального значения;

время спада выходного сигнала $t_{сп}$ — интервал времени, в течение которого выходной сигнал изменяется от 0,9 до 0,5 максимального значения;

статистический коэффициент передачи тока K_I—отношение разности выходного и выходного темнового токов к входному, выраженное в процентах. Коэффициент передачи тока в диодных оптопарах составляет единицы процентов и примерно равен значению квантового выхода светодиода. Так как темновой выходной ток обычно значительно меньше светового, коэффициент передачи тока выражают как

$$K_I \approx I_{вых}/I_{вх};$$

сопротивление изоляции $R_{из}$ и проходная емкость $C_{пр}$ — соответ-

ственно активное сопротивление и емкость между входной и выходной цепями оптопары;

максимальное напряжение изоляции $U_{из max}$ или максимальное пиковое напряжение изоляции $U_{из.пик max}$ — максимальное постоянное или пиковое напряжение изоляции, приложенное между входом и выходом оптопары, при котором сохраняется ее электрическая прочность.

Для многоканальных диодных оптопар указывается $C_{пр.к}$ — емкость между информационными каналами;

максимальное напряжение изоляции между каналами $U_{из.к max}$ — максимальное напряжение, которое может быть приложено между информационными каналами и которое не приводит к потере электрической прочности оптопары.

Многоканальные диодные оптопары типов АОД109 и ЗОД109 содержат три изолированных друг от друга оптоэлектронных канала.

Для характеристики работы диодных дифференциальных оптопар служат три специфических параметра:

коэффициенты передачи по току основной и вспомогательной оптопары K_{IO}, K_{IB} — величины, равные отношению приращения выходного тока основной оптопары (вспомогательной оптопары) к вызвавшему его входному току;

коэффициент неидентичности δ — усредненное относительное расхождение на границах рабочего диапазона передаточных характеристик основной и вспомогательной оптопар после совмещения этих характеристик в рабочей точке.

Диодные дифференциальные оптопары типов КОД301А, ОД301А, КОД302А-В состоят из основной и вспомогательной оптопар. Основная оптопара, образованная излучателем и одним фотоприемником, служит для передачи информационного сигнала и выполняет функцию гальванической развязки. Вспомогательная оптопара образована излучателем и другим фотоприемником и служит для управления электрическим режимом излучателя.

В основе схем гальванической развязки аналоговых сигналов с помощью диодных дифференциальных оптопар лежит компенсационный метод стабилизации и линеаризации передаточной характеристики основной оптопары за счет введения глубокой отрицательной обратной связи через вспомогательную оптопару. Точность передачи аналоговых сигналов определяется подобием передаточных характеристик основной и вспомогательной оптопар, качественным критерием которого является коэффициент неидентичности

$$\delta = (\Delta K_{IO}/K_{IB})_{ср}.$$

Коэффициент неидентичности выражает усредненную разность отношений коэффициентов передачи по току основной и вспомогательной оптопар. Постоянство отношения K_{OI}/K_{IB} в пределах рабочего диапазона определяет линейность передаточной характеристики диодной дифференциальной оптопары.

Для описания свойств диодных оптопар обычно используются входные и выходные вольт-амперные характеристики, передаточные характеристики в фотогенераторном и фотодиодном режимах.

Выходная характеристика оптопары аналогична обратной ветви вольт-амперной характеристики диода. Обратный ток практически не зависит от напряжения. При большом напряжении возникает электрический пробой фотодиода.

Передаточная характеристика в фотодиодном режиме представляет

собой зависимость выходного тока от входного и практически линейна в широком диапазоне входного тока.

Передаточная характеристика в фотогенераторном режиме нелинейна. Фото-ЭДС при увеличении входного тока стремится к насыщению; она не может превышать контактной разности потенциалов на переходе фотодиода и составляет обычно 0,5—0,8 В.

Диодные оптопары типов АОД101А—АОД101Д, 3ОД101А—3ОД101Г, АОД107А—АОД107В, 3ОД107А, 3ОД107Б могут быть использованы как в фотодиодном, так и в фотогенераторном режиме. Оптопары АОД112А-1 и 3ОД112А-1 используются в фотогенераторном режиме. Для остальных типов диодных оптопар техническими условиями оговаривается возможность использования их только в фотодиодном режиме.

При использовании диодных оптопар в схемах радиоэлектроники учитывается ряд свойств, присущих этому классу оптопар:

самое высокое быстродействие фотоприемников на *p-i-n*-структурах;
малые темновые токи в выходной цепи;
высокое сопротивление гальванической развязки.

Указанные свойства позволяют с успехом применять диодную оптопару в качестве оптоэлектронного импульсного трансформатора, элемента согласования периферийных линий с центральным процессором ЭВМ, а также низковольтного блока с высоковольтным; в схемах защиты от перегрузки.

Укажем ряд конкретных применений.

В современной аппаратуре импульсный трансформатор является распространенным компонентом. Обмен информацией между каналами управляющих вычислительных машин, связь между центральным процессором ЭВМ и внешними устройствами, решение ряда задач в телеметрии и телевизионной связи осуществляются с помощью импульсных трансформаторов.

Ввиду того что сами управляющие машины и измерительные комплексы выполняются в настоящее время на основе микросхем средней и высокой степеней интеграции, при изготовлении отдельных узлов из набора дискретных элементов, а особенно из моточных изделий, резко увеличиваются масса и габаритные размеры аппаратуры.

При слишком высокой частоте сигналов, проходящих через импульсный трансформатор, между первичной и вторичной обмотками появляется паразитная емкостная связь. Кроме того, следует отметить, что наличие обмоток является принципиальным препятствием для включения трансформаторов в интегральную микросхему, так как современная электронная промышленность не располагает технологическими средствами для реализации моточных изделий в микросхемном исполнении.

От перечисленных недостатков свободен оптоэлектронный трансформатор на основе диодного оптрона. Схема оптоэлектронного импульсного трансформатора приведена на рис. 9.1.

Положительный входной импульс открывает транзистор *VT1*, и диодная оптопара включается. Сигнал с выхода оптопары усиливается двумя транзисторами, вследствие чего коэффициент усиления всего устройства по току более 10.

Данная схема реализуется как на дискретных элементах, так и в микросхемном гибридном исполнении. Число выходов оптоэлектронного трансформатора равно числу оптических каналов и может быть большим. Для этого в коллекторную цепь транзистора *VT1* включается необходимое число входных диодов оптопар.

Эффективная передача цифровой информации от ЭВМ к периферий-

ным устройствам требует выполнения двух необходимых условий: достаточно высокой скорости передачи сигналов и изоляции выходного блока аппаратуры от высоковольтных выбросов и электромагнитных наводок со стороны периферийной аппаратуры. Для выполнения этих условий в линию передачи вводят оптическую связь.

В схеме, показанной на рис. 9.2, входной светодиод оптопары возбуждается от логической микросхемы. Сигнал от фотодиода поступает на вход транзисторного усилителя. Усилитель формирует уровни напряжений, согласованные с нагрузкой.

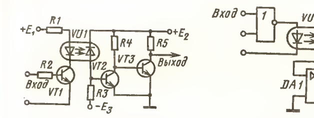


Рис. 9.1. Схема оптоэлектронного трансформатора

Рис. 9.2. Схема передачи сигналов

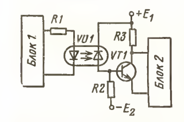


Рис. 9.3. Схема межблочной гальванической развязки

Рис. 9.4. Схема включения оптопар в фотогенераторном режиме

Диодные оптопары могут с успехом использоваться для гальванической развязки отдельных логических блоков в сложных комплексах аппаратуры. На рис. 9.3 приведена схема организации такой развязки. Из блока *1* в блок *2* сигналы проходят через диодную оптопару. На выходе оптопары включается транзисторный усилитель.

В настоящее время в логических устройствах все более широко используются интегральные микросхемы на основе комплементарных МДП (металл—диэлектрик—полупроводник) транзисторов. Особенностью этих микросхем является чрезмерно малый управляющий входной ток. Поэтому для управления микросхемами нет необходимости в усилении выходного тока оптопары. Оптопары используются при этом в фотогенераторном режиме. Для получения сигнала с требуемой амплитудой фотодиоды нескольких оптопар соединяются последовательно (рис. 9.4). Входные излучающие диоды могут соединяться либо параллельно, либо последовательно в зависимости от характеристик входного сигнала.

Пример использования диодной оптопары в бытовой радиоаппаратуре показан на рис. 9.5. Оптопары *VU1* и *VU2* обеспечивают защиту громкоговорителей от возможной перегрузки вследствие неисправности усилителя.

При появлении на выходе любого канала усилителя постоянного напряжения положительной или отрицательной полярности открывается транзистор *VT1* или *VT2* соответственно.

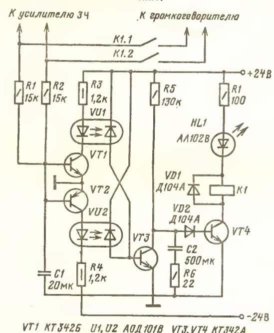


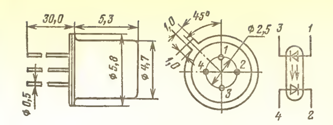
Рис. 9.5. Схема защиты громкоговорителей от перегрузки

В результате включается одна из двух оптопар: *VU1* или *VU2*, что приводит к отпиранию транзистора *VT3* и запиранию *VT4*. Реле *K1* обесточивается, и его контакты *K1.1* и *K1.2* размыкаются, разрывая тем самым цепь питания громкоговорителей.

9.2. ДИОДНЫЕ ОПТОПАРЫ В МЕТАЛЛОСТЕКЛЯННЫХ И ПЛАСТМАССОВЫХ КОРПУСАХ

АОД101(А, Б, В, Г, Д), ЗОД101(А, Б, В, Г)

Оптопары диодные. Излучатель — диод арсенидогаллиевый; приемник — кремниевый фотодиод (излучатель оптопары ЗОД101А на основе твердого раствора галлий—алюминий—мышьяк). Выпускаются в металлостеклянном корпусе. Масса не более 1,1 г.

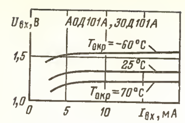


Электрические параметры при $T_{окр} = 25\,°C$

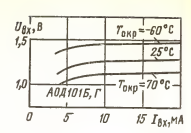
Входное напряжение при $I_{вх} = 10$ мА, не более:	
АОД101А, АОД101Б, АОД101В, АОД101Г, ЗОД101А, ЗОД101Б, ЗОД101В, ЗОД101Г	1,5 В
АОД101Д	1,8 В
Коэффициент передачи по току при $I_{вх} = 10$ мА, не менее:	
АОД101А, АОД101Д, ЗОД101А	1%
АОД101Б, ЗОД101В, ЗОД101Г	1,5%
АОД101В, ЗОД101В	1,2%
АОД101Г	0,7%
Время нарастания и спада выходного импульса при $I_{вх} = 20$ мА, не более:	
АОД101А, ЗОД101А	100 нс
АОД101Б, АОД101Г, ЗОД101Б, ЗОД101Г	500 нс
АОД101В, ЗОД101В	1000 нс
АО101Д	250 нс
Выходной обратный темновой ток, не более:	
АОД101А, АОД101В, ЗОД101А, ЗОД101В, ЗОД101Г	2 мкА
АОД101Б, ЗОД101Б	8 мкА
АОД101Г	10 мкА
АОД101Д	5 мкА
Сопротивление изоляции, не менее:	
АОД101А, АОД101Б, АОД101В, АОД101Д, ЗОД101А, ЗОД101Б, ЗОД101В, ЗОД101Г	10^9 Ом
АОД101Г	$5 \cdot 10^9$ Ом
Проходная емкость, не более	2 пФ

Предельные эксплуатационные данные

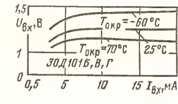
Входной постоянный ток	20 мА
Входной импульсный ток при $\tau_и = 100$ мкс	100 мА
Входное обратное напряжение	3,5 В
Выходное обратное напряжение:	
АОД101А, АОД101В, АОД101Г, АОД101Д, ЗОД101А, ЗОД101В	15 В
АОД101Б, ЗОД101Б	100 В
ЗОД101Г	40 В
Выходное обратное импульсное напряжение при $\tau_и = 100$ мс:	
ЗОД101А, ЗОД101В	20 В
ЗОД101Б	100 В
ЗОД101Г	60 В



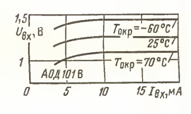
Прямая ветвь вольт-амперной характеристики



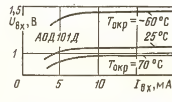
Прямая ветвь вольт-амперной характеристики



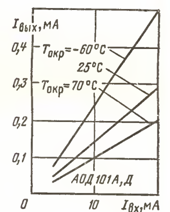
Прямая ветвь вольт-амперной характеристики



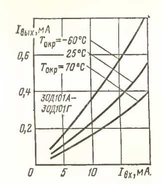
Прямая ветвь вольт-амперной характеристики



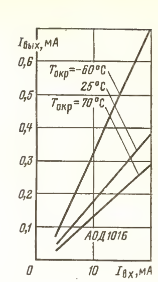
Прямая ветвь вольт-амперной характеристики



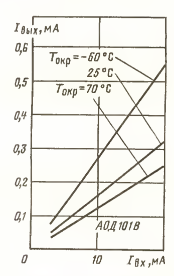
Передаточная характеристика



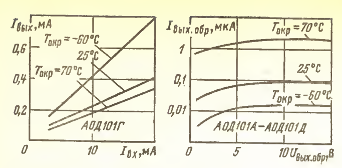
Передаточная характеристика



Передаточная характеристика

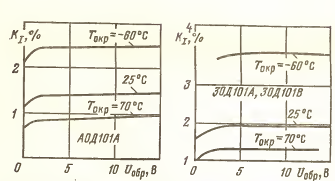


Передаточная характеристика



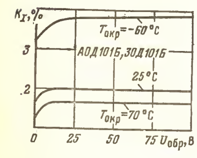
Передаточная характеристика

Зависимость выходного тока от обратного напряжения

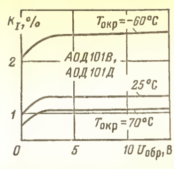
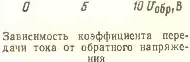


Зависимость коэффициента передачи тока от обратного напряжения

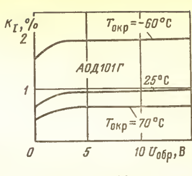
Зависимость коэффициента передачи тока от обратного напряжения



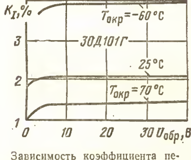
Зависимость коэффициента передачи тока от обратного напряжения

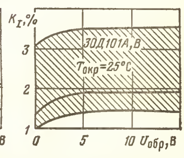
Зависимость коэффициента передачи тока от обратного напряжения



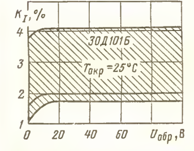
Зависимость коэффициента передачи тока от обратного напряжения



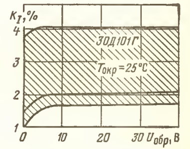
Зависимость коэффициента передачи тока от обратного напряжения



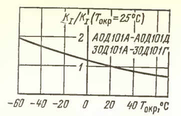
Зависимость коэффициента передачи тока от обратного напряжения (показаны зона разброса и усредненная кривая)



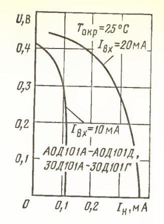
Зависимость коэффициента передачи тока от обратного напряжения (показаны зона разброса и усредненная кривая)



Зависимость коэффициента передачи тока от обратного напряжения (показаны зона разброса и усредненная кривая)



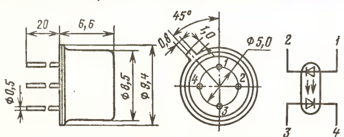
Усредненная зависимость коэффициента передачи тока (в относительных единицах) от температуры

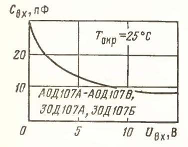


Типовая нагрузочная характеристика при работе фотодиода в вентильном режиме

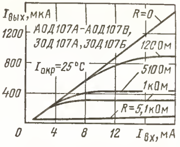
АОД107(А, Б, В), ЗОД107(А, Б)

Оптопары диодные. Излучатель — диод арсенидогаллиевый; приемник — кремниевый фотодиод. Выпускаются в металлостеклянном корпусе. Масса не более 1,0 г.





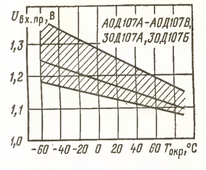
Типовая входная вольт-фарадная характеристика



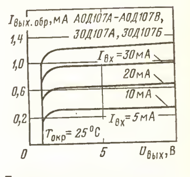
Нагрузочные характеристики в фотогенераторном режиме

Электрические параметры при $T_{окр}=25\,°C$

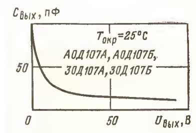
Входное напряжение при $I_{вх}=10$ мА, не более . . .	1,5 В
Коэффициент передачи по току при $I_{вх}=10$ мА, не менее:	
АОД107А, ЗОД107А	5%
АОД107Б, ЗОД107Б	3%
АОД107В	1%
Время нарастания и спада выходного импульса при $I_{вх}=20$ мА, не более:	
АОД107А, ЗОД107А	500 нс
АОД107Б, ЗОД207Б, АОД107В	300 нс
Выходной обратный темновой ток, не более	5 мкА
Сопротивление изоляции, не менее	10^{10} Ом
Проходная емкость, не более	2 пФ



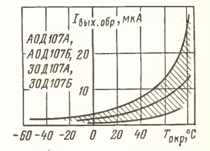
Зависимость постоянного прямого входного напряжения от температуры (показаны зона разброса и усредненная кривая)



Типовые выходные статические вольт-амперные характеристики

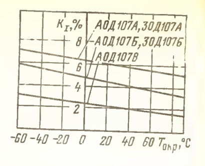


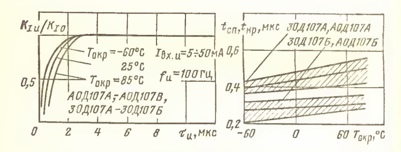
Типовая выходная вольт-фарадная характеристика



Зависимость выходного обратного тока от температуры (показаны зона разброса и усредненная кривая)

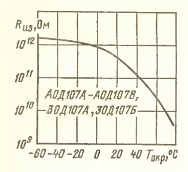
Типовая зависимость коэффициента передачи тока от температуры окружающей среды





Типовая зависимость импульсного приведенного коэффициента передачи тока от длительности импульсов

Зависимость времени нарастания и спада импульса тока от температуры окружающей среды (показаны зона разброса и усредненная кривая)



Зависимость сопротивления изоляции от температуры окружающей среды

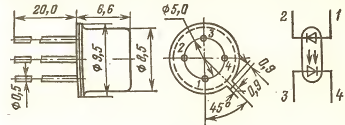
Предельные эксплуатационные данные

Входной постоянный ток	20 мА
Входное обратное напряжение	2 В
Выходное обратное напряжение:	
при $T_{окр}=25$ °С	15 В
при $T_{окр}\leqslant 85$ °С	5 В
Диапазон рабочей температуры окружающей среды:	
АОД107А, АОД107Б, АОД107В	$-40\div+85$ °С
3ОД107А, 3ОД107Б	$-60\div+85$ °С

3ОД129(А, Б)

Оптопары диодные. Излучатель — диод на основе твердого раствора галлий—алюминий—мышьяк; приемник — кремниевый эпитаксиальный *p-i-n*-фотодиод.

Выпускаются в металлостеклянном корпусе. Масса не более 1,9 г.

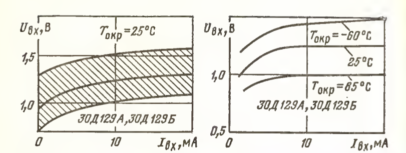


Электрические параметры при $T_{окр}=25$ °С

Входное напряжение при $I_{вх}=10$ мА, не более	1,5 В
Коэффициент передачи по току при $I_{вх}=10$ мА, $U_{вых.обр}=5$ В, не менее:	
3ОД129А	1%
3ОД129Б	0,5%
Ток утечки на выходе при $U_{вых.обр}=8$ В, не более:	
3ОД129А	2 мкА
3ОД129Б	1 мкА
Время нарастания (спада) импульса выходного тока при $I_{вх.и}=10$ мА, $U_{вых.обр}=10$ В, не более	30 нс
Время включения при $I_{вх}=10$ мА, $U_{вых.обр}=10$ В, не более	50 нс
Сопротивление изоляции, не менее	10^{10} Ом
Проходная емкость, не более	2 пФ

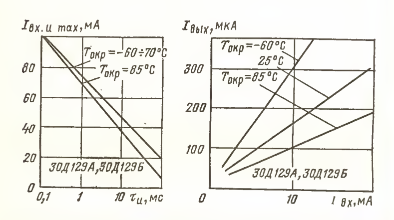
Предельные эксплуатационные данные

Входной постоянный или средний ток:	
при $T_{окр}\leqslant 70$ °С	20 мА
при $T_{окр}=85$ °С	10 мА
Входной импульсный ток при $\tau_и=100$ мкс	100 мА
Входное обратное напряжение	3,5 В
Выходное обратное напряжение	10 В
Напряжение изоляции	500 В
Пиковое напряжение изоляции при $\tau_и=10$ мс	1000 В
Диапазон рабочей температуры окружающей среды	$-60\div+80$ °С



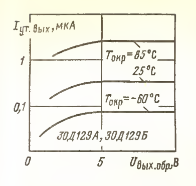
Прямая ветвь вольт-амперной характеристики (показаны зона разброса и усредненная кривая)

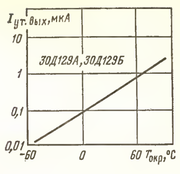
Прямая ветвь вольт-амперной характеристики



Зависимость максимально допустимого импульсного входного тока от длительности импульса в диапазоне рабочей температуры окружающей среды

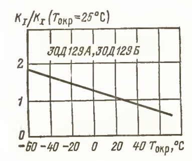
Типовая передаточная характеристика

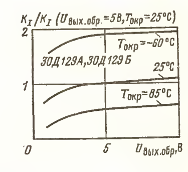




Обратная ветвь выходной вольт-амперной характеристики

Типовая зависимость тока утечки на выходе от температуры окружающей среды





Типовая зависимость коэффициента передачи тока (в относительных единицах) от температуры окружающей среды

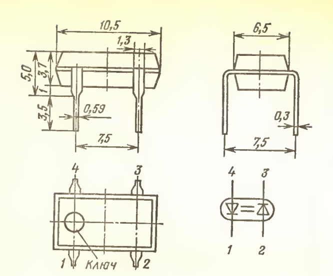
Типовая зависимость коэффициента передачи тока (в относительных единицах) от обратного выходного напряжения

АОД130А

Оптопары диодные. Излучатель — эпитаксиальный диод на основе твердого раствора галлий—алюминий—мышьяк; приемник — кремниевый планарный фотодиод.

Выпускаются в пластмассовом корпусе. Масса не более 1 г.

Предназначены для работы в качестве элементов гальванической развязки в высоковольтной электротехнической и радиоэлектронной аппаратуре.

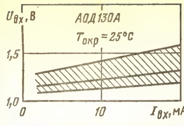


Электрические параметры при $T_{окр} = 25\,°C$

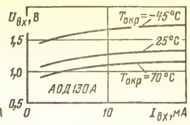
Входное напряжение при $I_{вх} = 10$ мА, не более . . .	1,5 В
Коэффициент передачи по току при $I_{вх} = 10$ мА, $U_{вых.обр} = 10$ В, не менее	1%
Время нарастания (спада) импульса выходного тока при $I_{вх} = 10$ мА, $U_{вых.обр} = 10$ В, не более	100 нс
Сопротивление изоляции при $U_{из} = 500$ В, не менее . .	10^{11} Ом
Проходная емкость, не более	0,5 пФ

Предельные эксплуатационные данные

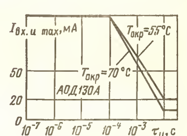
Входной постоянный или средний ток:	
при $T_{окр} \leqslant 55\,°C$	20 мА
при $T_{окр} = 70\,°C$	10 мА
Входной импульсный ток при $\tau_{и} = 10$ мкс	100 мА
Входное обратное напряжение	3,5 В
Выходное обратное напряжение	30 В
Напряжение изоляции	1500 В
Пиковое напряжение изоляции при $\tau_{и} = 10$ мс . . .	3000 В
Диапазон рабочей температуры окружающей среды .	$-45 \div +70\,°C$



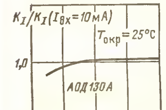
Прямая ветвь вольт-амперной характеристики (показаны зона разброса и усредненная кривая)



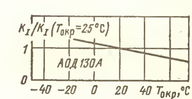
Прямая ветвь вольт-амперной характеристики

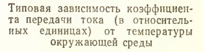


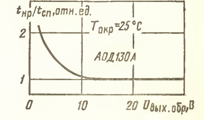
Зависимость максимального входного тока от длительности импульсов

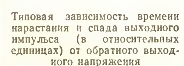


Типовая зависимость коэффициента передачи тока (в относительных единицах) от входного тока




Типовая зависимость коэффициента передачи тока (в относительных единицах) от температуры окружающей среды

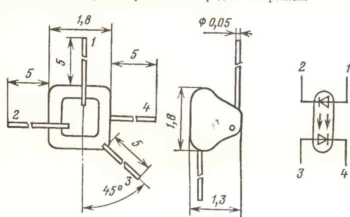



Типовая зависимость времени нарастания и спада выходного импульса (в относительных единицах) от обратного выходного напряжения

9.3. БЕСКОРПУСНЫЕ ДИОДНЫЕ ОПТОПАРЫ

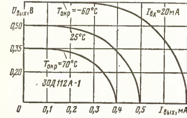
АОД112А-1, ЗОД112А-1

Оптопары диодные. Излучатель — диод арсенидогаллиевый; приемник — кремниевый фотодиод. Бескорпусные, предназначены для использования в составе герметизированных гибридных микросхем.

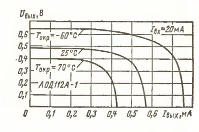


Электрические параметры при $T_{окр}=25\,°C$

Входное напряжение при $I_{вх}=20$ мА, не более	1,7 В
Коэффициент передачи тока при $I_{вх}=10$ мА, не менее	2,5%
Время нарастания и спада выходного импульса при $I_{вх}=20$ мА, не более	3 мкс
Сопротивление изоляции, не менее	10^{10} Ом
Проходная емкость, не более	2,5 пФ

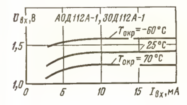


Типовые нагрузочные характеристики в фотогенераторном режиме

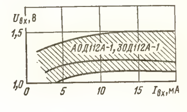


Типовые нагрузочные характеристики в фотогенераторном режиме

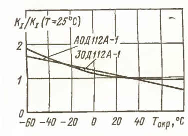
Входной постоянный или средний ток:	
при $T_{окр} \leqslant 35$ °C	30 мА
при $T_{окр} = 70$ °C	20 мА
Входной импульсный ток	100 мА
Входное обратное напряжение	3,5 В
Напряжение изоляции	100 В
Диапазон рабочей температуры окружающей среды	—60÷+70 °C



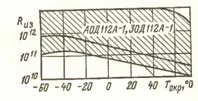
Типовые входные характеристики



Входная характеристика (показаны зона разброса и усредненная кривая)



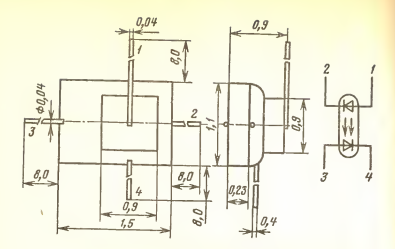
Зависимость коэффициента передачи тока (в относительных единицах) от температуры окружающей среды



Зависимость сопротивления изоляции от температуры окружающей среды (показаны зона разброса и усредненная кривая)

АОД120(А-1, Б-1), 3ОД120(А-1, Б-1)

Оптопары диодные. Излучатель — диод на основе твердого раствора галлий—алюминий—мышьяк; приемник — кремниевый фотодиод. Бескорпусные, предназначены для использования в составе герметизированных гибридных микросхем.



Электрические параметры при $T_{окр}=25\,°C$

Входное напряжение при $I_{вх}=10$ мА, не более:

АОД120А-1, АОД120Б-1	1,7 В
3ОД120А-1	1,6 В
3ОД120Б-1	1,5 В

Коэффициент передачи по току при $I_{вх}=10$ мА, не менее:

АОД120А-1, 3ОД120А-1, 3ОД120Б-1	1%
АОД120Б-1	0,4%

Время нарастания или спада выходного импульса при $I_{вх}=10$ мА, не более:

АОД120А-1, 3ОД120А-1	30 нс
АОД120Б-1	50 нс
3ОД120Б-1	70 нс

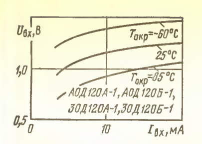
Время задержки включения, не более:

АОД120А-1, 3ОД120А-1	50 нс
АОД120Б-1, 3ОД120Б-1	70 нс
Входной обратный темновой ток, не более	2 мкА
Сопротивление изоляции, не менее	10^{10} Ом
Проходная емкость, не более	2 пФ

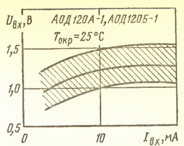
Предельные эксплуатационные данные

Входной постоянный ток:

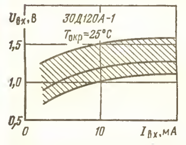
при $T_{окр}\leqslant 70\,°C$	20 мА
при $T_{окр}=85\,°C$	4 мА
Входной импульсный ток при $\tau_и=10$ мкс	100 мА
Входное обратное напряжение	3,5 В
Выходное обратное напряжение	10 В
Напряжение изоляции	200 В
Пиковое напряжение изоляции при $\tau_и=1$ с	400 В
Диапазон рабочей температуры окружающей среды	$-60 \div +85\,°C$



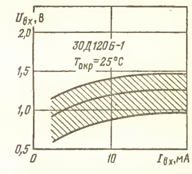
Типовые входные характеристики



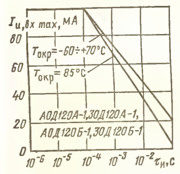
Типовая входиая характернстика (показаны зона разброса н усреднеииая крнвая)



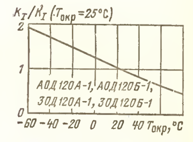
Типовая входиая характеристика (показаиы зона разброса и усредненная кривая)



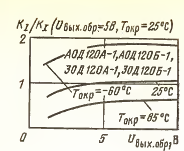
Тнповая входная характеристнка (показаиы зона разброса и усредиенная крнвая)



Зависимость максимальиого входного импульсиого тока от длительности импульсов

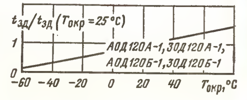


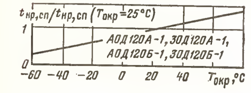
Тнповая зависнмость коэффнциеита передачи тока (в относительиых едииицах) от температуры окружающей среды



Типовая зависимость коэффициента передачи тока (в относительных единицах) от выходного обратного напряжения

Типовая зависимость времени задержки распространения сигнала (в относительных единицах) от температуры

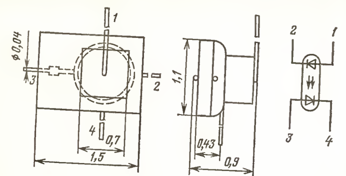




Типовая зависимость времени нарастания и спада импульса (в относительных единицах) от температуры окружающей среды

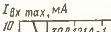
3ОД121(А-1, Б-1, В-1)

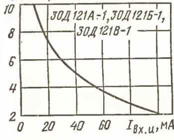
Оптопары диодные. Излучатель — диод на основе твердого раствора галлий—алюминий—мышьяк; приемник — кремниевый фотодиод. Бескорпусные, предназначены для использования в составе герметизированных гибридных микросхем.



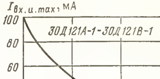
Электрические параметры при $T_{окр}=25\,°C$

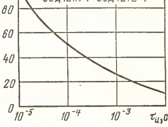
Входное напряжение при $I_{вх}=10$ мА, не более	1,7 В
Коэффициент передачи по току при $I_{вх}=10$ мА, не менее:	
3ОД121А-1	1,5%
3ОД121Б-1	2,5%
3ОД121В-1	3,2%
Время нарастания или спада выходного импульса при $I_{вх}=50$ мА, не более:	
3ОД121А-1	70 нс
3ОД121Б-1, 3ОД121В-1	100 нс
Сопротивление изоляции, не менее	10^{10} Ом
Проходная емкость, не более:	
3ОД121А-1	1 пФ
3ОД121Б-1, 3ОД121В-1	2 пФ



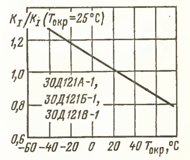


Зависимость максимального входного среднего тока от амплитуды импульсного входного тока во всем интервале рабочей температуры

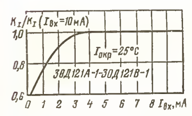




Зависимость максимального импульсного входного тока от длительности импульса во всем интервале рабочей температуры



Типовая зависимость коэффициента передачи тока (в относительных единицах) от температуры окружающей среды



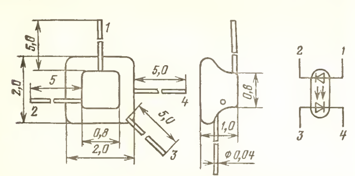
Типовая зависимость коэффициента передачи тока (в относительных единицах) от входного тока

Предельные эксплуатационные данные

Входной постоянный ток	10 мА
Входной импульсный ток при $\tau_и=10$ мкс	100 мА
Входное обратное напряжение	5 В
Выходное обратное напряжение	20 В
Напряжение изоляции	500 В
Пиковое напряжение при $\tau_и=1$ с	1000 В
Диапазон рабочей температуры окружающей среды	$-60 \div +85$ °С

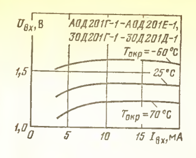
АОД201(А-1, Б-1, В-1, Г-1, Д-1, Е-1), 3ОД201(А-1, Б-1, В-1, Г-1, Д-1, Е-1)

Оптопары диодные. Излучатели оптопар АОД201А-1, АОД201Б-1, АОД201В-1, 3ОД201А-1, 3ОД201Б-1, 3ОД201В-1 — диод на основе твердого раствора галлий—алюминий—мышьяк; оптопары АОД201Г-1, АОД201Д-1, АОД201Е-1, 3ОД201Г-1, 3ОД201Д-1, 3ОД201Е-1 — арсенидогаллиевый диод; приемник — кремниевый фотодиод. Бескорпусные, предназначены для использования в составе герметизированных гибридных микросхем.

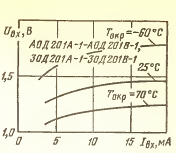


Электрические параметры при $T_{окр}=25°$ С

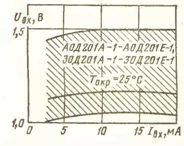
Входное напряжение при $I_{вх}=10$ мА, не более	1,5 В
Коэффициент передачи по току $I_{вх}=5$ мА:	
АОД201А-1, АОД201Г-1, 3ОД201А-1, 3ОД201Г-1	0,6—1,3%
АОД201Б-1, АОД201Д-1, 3ОД201Б-1, 3ОД201Д-1	0,9—2%
АОД201В-1, АОД201Е-1, 3ОД201В-1, 3ОД201Е-1	1,5—3,5%
Время нарастания или спада выходного импульса при $I_{вх}=20$ мА, не более:	
АОД201А-1, АОД201Б-1, АОД201В-1, 3ОД201А-1, 3ОД201Б-1, 3ОД201В-1	100 нс
АОД201Г-1, АОД201Д-1, АОД201Е-1, 3ОД20Г-1, 3ОД201Д-1, 3ОД201Е-1	250 нс
Выходной обратный темновой ток, не более	2 мкА
Сопротивление изоляции, не менее	10^{10} Ом
Проходная емкость, не более	1,8 пФ



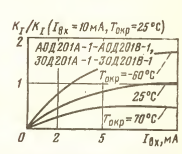
Типовая входная характеристика



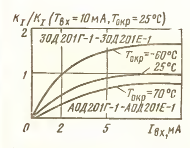
Типовая входная характеристика



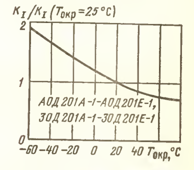
Входная характеристика (показаны зона разброса и усредненная кривая)



Типовые зависимости коэффициента передачи тока (в относительных единицах) от входного тока



Типовые зависимости коэффициента передачи тока (в относительных единицах) от входного тока



Типовая зависимость коэффициента передачи тока (в относительных единицах) от температуры окружающей среды

$t_{нр}, t_{сп}/t_{нр}, t_{сп}$ $(T_{окр}=25\,°C)$
1
АОД201А-1-АОД201Е-1,
ЗОД201А-1-ЗОД201Е-1
0
-60 -40 -20 0 20 40 $T_{окр}$,°C

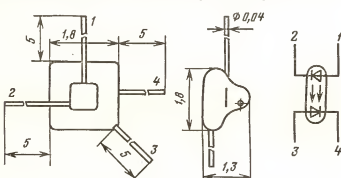
Типовая зависимость времени нарастания и спада импульса (в относительных единицах) от температуры окружающей среды

Предельные эксплуатационные данные

Входной постоянный или средний ток	20 мА
Входной импульсный ток	100 мА
Входное обратное напряжение	3,5 В
Выходное обратное напряжение	6 В
Напряжение изоляции	100 В
Диапазон рабочей температуры окружающей среды:	
АОД201А-1, АОД201Б-1, АОД201В-1, АОД201Г-1, АОД201Д-1, АОД201Е-1	−60÷+70 °С
ЗОД201А-1, ЗОД201Б-1, ЗОД201В-1, ЗОД201Г-1, ЗОД201Д-1, ЗОД201Е-1	−60÷+85 °С

АОД202(А, Б)

Оптопары диодные. Излучатель — диод арсенидогаллиевый; приемник — кремниевый фотодиод. Бескорпусные, предназначены для использования в составе герметизированных гибридных микросхем.



Электрические параметры при $T_{окр}=25\,°C$

Входное напряжение при $I_{вх}=10$ мА, не более	1,7 В
Коэффициент передачи по току:	
АОД202А	1,5%
АОД202Б	2,5%
Время нарастания или спада выходного импульса, не более:	
АОД202А	100 нс

АОД202Б	150 нс
Выходной обратный темновой ток, не более	1 мкА
Сопротивление изоляции, не менее:	
АОД202А	10^{10} Ом
АОД202Б	10^{9} Ом
Проходная емкость, не более:	
АОД202А	1 пФ
АОД202Б	2 пФ

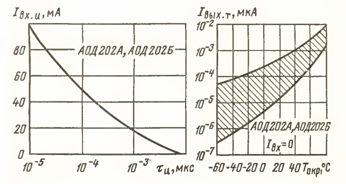
Предельные эксплуатационные данные

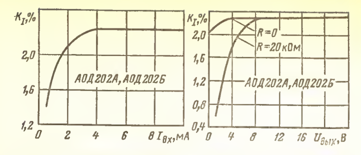
Входной импульсный ток при $\tau_и = 10$ мкс	100 мА
Выходное обратное напряжение	20 В
Напряжение изоляции	200 В
Диапазон рабочей температуры окружающей среды .	$-60 \div +85$ °С

Зависимость входного среднего тока от амплитуды входного импульсного тока

Зависимость снижения входного импульсного тока от длительности импульса

Зависимость выходного темнового тока от температуры окружающей среды (показана зона разброса)





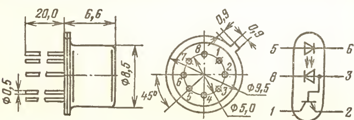
Типовая зависимость коэффициента передачи тока от входного тока

Зависимость коэффициента передачи тока от выходного напряжения

9.4. ДИОДНО-ТРАНЗИСТОРНЫЕ ОПТОПАРЫ

КОЛ201А, ОЛ201А

Оптопары диодно-транзисторные. Излучатель — мезаэпитаксиальный диод на основе твердого раствора галлий—алюминий—мышьяк; приемник — кремниевый планарно-эпитаксиальный фотодиод с *n-p-n*-транзистором, выполненным интегрально на одной пластине. Выпускаются в металлостеклянном корпусе. Предназначены для передачи логических сигналов по гальванически развязанной цепи. Масса не более 1,9 г.



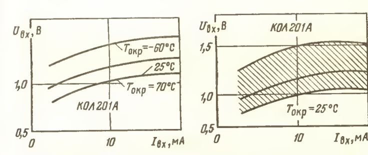
Электрические параметры при $T_{окр}=25$ °С

Входное напряжение $I_{вх}=10$ мА, не более	1,5 В
Коэффициенты передачи по току при $I_{вх}=0,5$ мА, $U_{вых.обр}=5$ В, не менее	10%
Ток утечки на выходе при $U_{вых.обр}=5$ В, не более	2 мкА
Время нарастания (спада) импульса выходного тока, не более:	
при $I_{вх.и}=10$ мА, $U_{вых.обр}=5$ В	1 мкс
при $I_{вх.и}=0,5$ мА, $U_{вых.обр}=5$ В (микромощный режим):	
$t_{нр}$ на уровне 0,5	2 мкс
$t_{сп}$ на уровне 0,5	0,5 мкс
Сопротивление изоляции при $U_{из}=500$ В, не менее	10^{10} Ом
Проходная емкость, не более	2 пФ

Предельные эксплуатационные данные

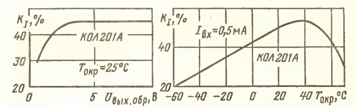
Входной постоянный или средний ток:	
КОЛ201А при $T_{окр}$ до 55 °С и ОЛ201А при $T_{окр}$ до 70 °С	10 мА
КОЛ201А при $T_{окр}$=70 °С и ОЛ201А при $T_{окр}$=85 °С	2 мА
Входной импульсный ток при $\tau_и$=100 мкс	50 мА
Входное обратное напряжение	3,5 В
Выходное обратное напряжение:	
на диодном выходе	10 В
на транзисторном выходе	10 В
Выходной постоянный ток (на транзисторном выходе)	10 мА
Напряжение изоляции	500 В
Пиковое напряжение изоляции при $\tau_и$=10 мс	1000 В
Диапазон рабочей температуры окружающей среды:	
КОЛ201А	−60÷+70 °С
ОЛ201А	−60÷+85 °С

Примечание. Максимальный выходной ток, мА, определяется по формуле $I_{вых.max}=10/U_{кэ}$, но не более 10 мА.



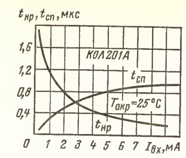
Типовые входные характеристики

Входная характеристика (показаны зона разброса и усредненная кривая)

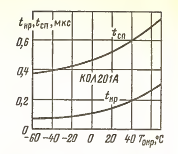


Типовая зависимость коэффициента передачи тока от выходного обратного напряжения

Типовая зависимость коэффициента передачи тока от температуры окружающей среды



Типовая зависимость времени нарастания и спада выходного импульса от входного тока

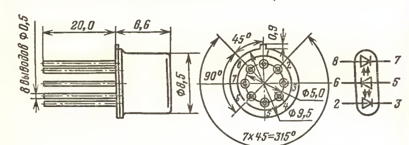


Типовые зависимости времени нарастания и спада выходного импульса от температуры окружающей среды

9.5. ДИОДНЫЕ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЕ ОПТОПАРЫ

КОД301А, ОД301А

Оптопары диодные дифференциальные, состоящие из основной и вспомогательной оптопар. Излучатель — арсенидогаллиевый эпитаксиальный диод; приемники — два кремниевых эпитаксиальных фотодиода. Основная оптопара — излучатель и фотодиод с выводами *2*, *3*. Вспомогательная оптопара — излучатель и фотодиод с выводами *7*, *8*. Выпускаются в металлостеклянном корпусе. Предназначены для работы в качестве элементов гальванической развязки при передаче аналоговых сигналов с частотой до 100 кГц. Масса не более 1,9 г.



Электрические параметры при $T_{окр}$=25 °С

Входное напряжение при $I_{вх}$=10 мА, не более	1,5 В
Коэффициент передачи по току при $I_{вх}$=10 мА, $U_{вых.обр}$=5 В, не менее:	
для основной оптопары	1%
для вспомогательной оптопары	0,6%

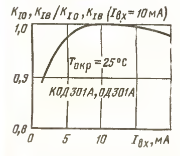
Коэффициент неидентичности при $I_{вх}$ от 4 до 20 мА, $U_{вых.обр}$=5 В, не более	2%
Граничная частота (порог снижения K_I до уровня 0,7), не менее	100 кГц
Сопротивление изоляции при $U_{из}$=500 В, не менее	10^9 Ом
Проходная емкость, не более	2 пФ

Предельные эксплуатационные данные

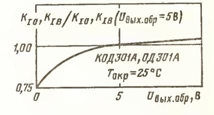
Входной постоянный или средний ток:	
при $T_{окр} \leq 55$ °С КОД301А и $T_{окр} \leq 70$ °С ОД301А	20 мА
при $T_{окр} \leq 70$ °С КОД301А и $T_{окр}$=85 °С ОД301А	10 мА
Входной импульсный ток при $\tau_и$=100 мкс	100 мА
Входное обратное напряжение	3,5 В
Выходное постоянное обратное напряжение основной и вспомогательной оптопар	10 В
Выходное импульсное обратное напряжение при $\tau_и$=100 мкс основной и вспомогательной оптопар	20 В
Напряжение изоляции основной оптопары	500 В
Пиковое напряжение изоляции оптопары при $\tau_и$=10 мс	1000 В
Диапазон рабочей температуры окружающей среды:	
КОД301А	—60 ÷ +70 °С
ОД301А	—60 ÷ +85 °С

Входная характеристика (показаны зона разброса и усредненная кривая)

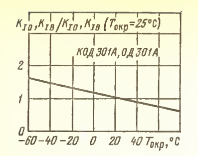
Типовые входные характеристики

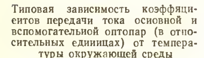


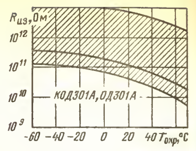
Типовая зависимость коэффициентов передачи тока основной и вспомогательной оптопар (в относительных единицах) от входного тока



Типовая зависимость коэффициентов передачи тока основной и вспомогательной оптопар (в относительных единицах) от выходного обратного напряжения



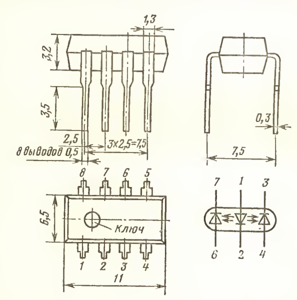

Типовая зависимость коэффициентов передачи тока основной и вспомогательной оптопар (в относительных единицах) от температуры окружающей среды



Зависимость сопротивления изоляции основной оптопары от температуры окружающей среды (показаны зона разброса и усредненная кривая)

КОД302(А, Б, В)

Оптопары диодные дифференциальные, состоящие из основной и вспомогательной оптопары. Излучатель — арсенидогаллиевый эпитаксиальный диод; приемники — два кремниевых эпитаксиальных фотодиода. Основная оптопара — излучатель и фотодиод с выводами *6*, *7*. Вспомогательная оптопара — излучатель и фотодиод с выводами *3*, *4*. Выпу-



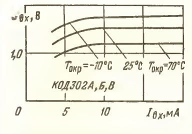
скаются в пластмассовом корпусе. Предназначены для работы в качестве элементов гальванической развязки при передаче аналоговых сигналов. Масса не более 1 г.

Электрические параметры при $T_{окр}=25\,°C$

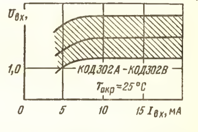
Входное напряжение при $I_{вх}=10$ мА, не более	1,5 В
Коэффициент передачи по току при $I_{вх}=10$ мА, $U_{вых.обр}=5$ В, не менее:	
основной оптопары	1%
вспомогательной оптопары	0,6%
Коэффициент неидентичности при $I_{вх}=4\div20$ мА, $U_{вых.обр}=5$ В, не более:	
КОД302А	2%
КОД302Б	1%
КОД302В	0,2%
Сопротивление изоляции, не менее	10^9 Ом

Предельные эксплуатационные данные

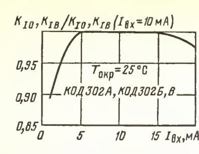
Входной постоянный или средний ток:	
при $T_{окр}\leq55\,°C$	20 мА
при $T_{окр}=70\,°C$	10 мА
Входной импульсный ток при $\tau_и=100$ мкс	100 мА
Входное обратное напряжение	3,5 В
Выходное постоянное обратное напряжение основной и вспомогательной оптопар	10 В
Выходное импульсное обратное напряжение при $\tau_и=10$ мкс основной и вспомогательной оптопар	20 В
Напряжение изоляции оптопары	500 В
Пиковое напряжение изоляции основной оптопары при $\tau_и=100$ нс	1000 В
Диапазон рабочей температуры окружающей среды	$-10\div+70\,°C$



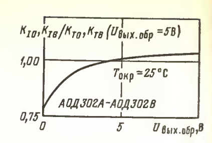
Типовые входные характеристики



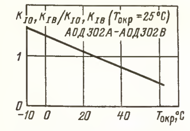
Входная характеристика (показаны зона разброса и усредненная кривая)



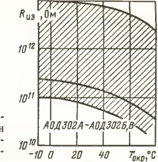
Типовая зависимость коэффициентов передачи тока основной и вспомогательной оптопар (в относительных единицах) от входного тока



Типовая зависимость коэффициентов передачи тока основной и вспомогательной оптопар (в относительных единицах) от выходного обратного напряжения



Типовая зависимость коэффициентов передачи тока основной и вспомогательной оптопар (в относительных единицах) от температуры окружающей среды

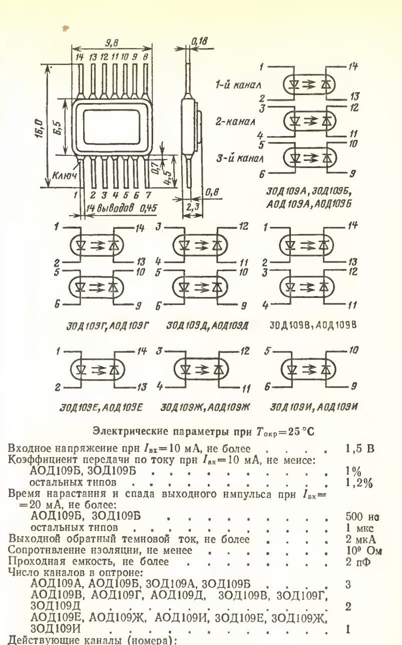


Зависимость сопротивления изоляции основной оптопары от температуры окружающей среды (показаны зона разброса и усредненная кривая)

9.6. МНОГОКАНАЛЬНЫЕ ДИОДНЫЕ ОПТОПАРЫ

АОД109(А, Б, В, Г, Д, Е, Ж, И), 3ОД109(А, Б, В, Г, Д, Е, Ж, И)

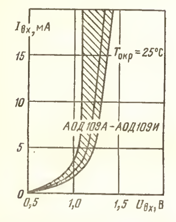
Оптопары диодные многоканальные. Излучатель — диод арсенидогаллиевый; приемник — кремниевый фотодиод. Выпускаются в металлостеклянном корпусе. Состоят из трех отдельных оптопар. Масса прибора не более 0,49 г.



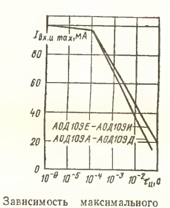
Электрические параметры при $T_{окр}=25\,°C$

Входное напряжение при $I_{вх}=10$ мА, не более	1,5 В
Коэффициент передачи по току при $I_{вх}=10$ мА, не менее:	
АОД109Б, 3ОД109Б	1%
остальных типов	1,2%
Время нарастания и спада выходного импульса при $I_{вх}=20$ мА, не более:	
АОД109Б, 3ОД109Б	500 нс
остальных типов	1 мкс
Выходной обратный темновой ток, не более	2 мкА
Сопротивление изоляции, не менее	10^9 Ом
Проходная емкость, не более	2 пФ
Число каналов в оптроне:	
АОД109А, АОД109Б, 3ОД109А, 3ОД109Б	3
АОД109В, АОД109Г, АОД109Д, 3ОД109В, 3ОД109Г, 3ОД109Д	2
АОД109Е, АОД109Ж, АОД109И, 3ОД109Е, 3ОД109Ж, 3ОД109И	1
Действующие каналы (номера):	
АОД109А, АОД109Б, 3ОД109А, 3ОД109Б	1, 2, 3

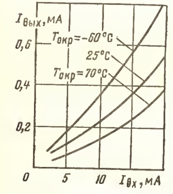
АОД109В, ЗОД109В	1, 2
АОД109Г, ЗОД109Г	1, 3
АОД109Д, ЗОД109Д	2, 3
ЗОД109Е	1
ЗОД109Ж	2
ЗОД109И	3
Емкость между каналами	2 пФ



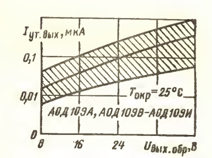
Входная характеристика (показаны зона разброса и усредненная кривая)



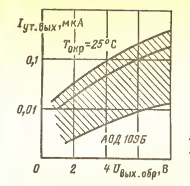
Зависимость максимального импульсного входного тока от длительности импульса

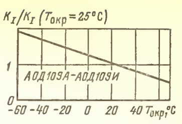


Типовые передаточные характеристики



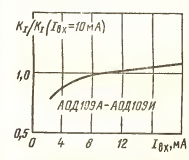
Зависимость выходного тока утечки от выходного обратного напряжения (показаны зона разброса и усредненная кривая)



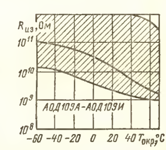


Типовая зависимость коэффициента передачи тока (в относительных единицах) от температуры окружающей среды

Зависимость выходного тока утечки от выходного обратного напряжения (показаны зона разброса и усредненная кривая)



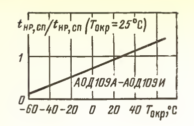
Типовая зависимость коэффициента передачи тока (в относительных единицах) от входного тока



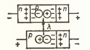
Зависимость сопротивления изоляции от температуры окружающей среды (показаны зона разброса и усредненная кривая)

Предельные эксплуатационные данные

Входной ток:	
нескольких работающих каналах	10 мА
одного работающего канала в оптопарах АОД109А — АОД109И	20 мА
Входной импульсный ток при $\tau_и$ = 100 мкс	100 мА
Входное обратное напряжение	3,5 В
Выходное обратное напряжение:	
АОД109Б, 3ОД109Б	10 В
остальных типов	40 В
Напряжение изоляции	100 В
Напряжение изоляции между каналами	100 В
Диапазон рабочей температуры окружающей среды	−60 ÷ +70 °С



Типовая зависимость времени нарастания и спада (в относительных единицах) от температуры окружающей среды



Раздел 10
ТРАНЗИСТОРНЫЕ ОПТОПАРЫ

10.1. ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ, ОСНОВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ, ПРИМЕНЕНИЕ

Транзисторная оптопара выполняется с фотоприемным элементом на основе фототранзистора. Как правило, в оптопарах используются фототранзисторы со структурой *n-p-n* на основе кремния, чувствительные к излучению с длиной волны около 1 мкм. Излучателями служат обычно арсенидогаллиевые диоды или диоды на тройном соединении, максимум спектрального излучения которых лежит вблизи области наибольшей чувствительности фототранзистора. Излучательный диод конструктивно расположен так, что большая часть света направляется на базовую область фототранзистора. Так же как и в других оптопарах, излучатель и приемник изолированы друг от друга оптически прозрачной средой.

При отсутствии излучения в цепи коллектора фототранзистора, включенного по схеме с общим эмиттером, протекает обратный (темновой) ток, аналогичный по происхождению и характеристикам току в обычных биполярных транзисторах.

Обратный темновой ток сильно зависит от температуры. При повышении температуры на 10 °С он примерно удваивается. Для уменьшения темнового тока между выводами базы и эмиттера фототранзистора включается внешний резистор с сопротивлением 0,1—1,0 МОм.

При облучении в базовой области генерируются пары электрон—дырка. Электроны вытягиваются из базы в сторону положительно заряженного коллектора, а дырки остаются в базе и создают положительный заряд. Это эквивалентно возникновению отпирающего тока базы транзистора, вследствие чего ток коллектора также увеличивается. Соотношение между токами базы и коллектора следующее:

$$I_{вых} = h_{21Э} I_{ф.б},$$

где $h_{21Э}$ — коэффициент передачи тока базы транзистора; $I_{вых}$ — выходной ток в цепи коллектора; $I_{ф.б}$ — генерированный излучением фототок в базе фототранзистора.

Таким образом, фототранзистор обладает внутренним усилением фототока.

Основные параметры и характеристики входной цепи транзисторной оптопары аналогичны параметрам диодных оптопар, так как в них используются сходные излучатели. Выходные характеристики существенно отличаются от аналогичных характеристик диодных оптопар. Зависимость коэффициента передачи тока от входного тока отклоняется от линейной, причем тем больше, чем больше входной ток и чем выше усилительные свойства фототранзистора. Температурная зависимость коэффициента передачи тока имеет параболический вид с максимумом, соответствующим температуре +20 °С. Существенное повышение коэффициента передачи тока достигается у оптопар с составными фототранзисторами. Однако при этом значительно снижается быстродействие прибора и ухудшается температурная стабильность. Транзисторные оптопары имеют сильную зависимость времени спада выходного сигнала от сопротивлений эмиттер—база и нагрузки, которое в интервале реальных сопротивлений изменяется примерно в 5 раз. Температурная зависимость тока утечки на выходе фототранзистора при постоянном выходном напряжении и $I_{вх}=0$ — линейная и в диапазоне положительных температур изменяется на два — три порядка.

Специфическими для транзисторных оптопар являются следующие параметры:

выходное остаточное напряжение $U_{ост}$ — напряжение на выходных выводах оптопары при открытом фототранзисторе;

ток утечки на выходе $I_{ут.вых}$ — ток, протекающий в выходной цепи закрытого фототранзистора при приложенном выходном напряжении;

максимальная средняя рассеиваемая мощность $P_{ср max}$ — мощность, при которой обеспечивается заданная надежность оптопары при длительной работе;

максимальный выходной ток $I_{вых max}$ — ток фототранзистора, при котором обеспечивается заданная надежность при длительной работе;

максимальный выходной импульсный ток $I_{вых.и max}$ фототранзистора в оптопаре;

максимальное коммутируемое напряжение на выходе $U_{комм max}$ транзисторной оптопары;

время нарастания выходного сигнала $t_{нр}$ — интервал времени, в течение которого напряжение на выходе оптопары изменяется от 0,9 до 0,1 максимального значения;

время спада выходного сигнала $t_{сп}$ — интервал времени, в течение которого напряжение на выходе изменяется от 0,1 до 0,9 максимального значения;

время включения $t_{вкл}$ — интервал времени между моментами нарастания входного сигнала до уровня 0,1 и спада выходного напряжения транзисторной оптопары до уровня 0,1 максимального значения;

время выключения $t_{выкл}$ — интервал времени между моментами спада входного сигнала до уровня 0,9 и нарастания выходного напряжения транзисторной оптопары до уровня 0,9 максимального значения.

Так же как и для других оптопар, даются параметры, характеризующие изоляцию выходной цепи от входной.

Транзисторные оптопары находят преимущественное применение в аналоговых и ключевых коммутаторах сигналов, схемах согласования датчиков с измерительными блоками, гальванической развязки в линиях связи, оптоэлектронных реле, коммутирующих большие токи.

На рис. 10.1 показана схема устройства для временнóй выборки сигналов. В нем осуществляется последовательный опрос каждого ин-

формационного входа. Управляющие сигналы, подаваемые на входы оптопар, смещены относительно друг друга по времени. По той же временной программе информационные входы подключаются к измерительному усилителю.

При согласовании датчиков сигналов, а также внешних устройств с электронным оборудованием возникает необходимость защиты от внешних импульсных помех. На рис. 10.2 показано применение транзисторной оптопары для согласования электронного устройства с источником синхронизирующих сигналов, поступающих на вход устройства на фоне мощных импульсных помех. Высокое проходное сопротивление и малая емкость оптопары позволяют значительно уменьшить амплитуду помех, попадающих в устройство.

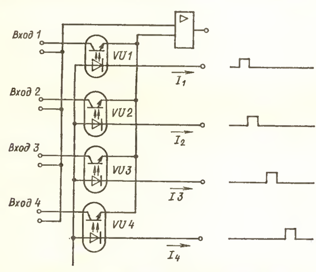


Рис. 10.1. Схема оптоэлектронного коммутатора

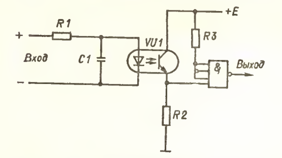


Рис. 10.2. Согласование с датчиком синхронизирующихся сигналов

Особое значение имеет оптоэлектронная развязка датчика и регистрирующей электронной аппаратуры в медицине. Так как датчики обычно прикрепляются к телу человека, то необходима защита их от высокого напряжения, имеющегося в регистрирующей аппаратуре.

На рис. 10.3 изображена схема связи чувствительного датчика жизненных функций человека, имеющего автономное низковольтное питание, с измерительным прибором, питающимся от сети переменного тока.

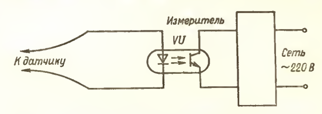


Рис. 10.3. Схема связи датчика с измерительным прибором

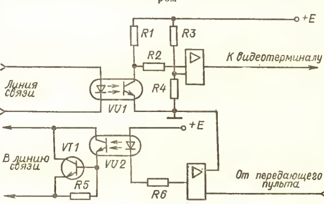


Рис. 10.4. Схема сопряжения видеотерминала с линией связи

Транзисторные оптопары нашли применение для сопряжения телетайпной линии связи с видеотерминалом. При использовании терминала с визуальным отображением информации на основе электронно-лучевой трубки линия связи не должна заземляться в оконечной аппаратуре. На приемном конце линии включают транзисторную оптопару, через которую информация передается для последующего отображения (рис. 10.4). В устройство сопряжения входит также операционный усилитель для получения требуемого уровня сигналов. В передающем канале включена другая оптопара, на которую поступают импульсные сигналы с клавиатуры пульта. На выходе оптопары передаваемые сигналы усиливаются транзистором.

Перспективно использование транзисторных оптопар для подключения различных вспомогательных устройств к телефонной линии, которая

также не должна иметь гальванической связи с этими устройствами. Например, устройство «помощник секретаря» подключается к телефонной линии через транзисторную оптопару. Индикаторы этого устройства указывают состояние телефонов, расположенных на удалении.

Импульсные сигналы, проходящие по линии связи, могут быть сильно искажены по форме. Для восстановления формы сигнала и устранения сопровождающих шумов перед приемным устройством ставят оптоэлектронный одновибратор (рис. 10.5).

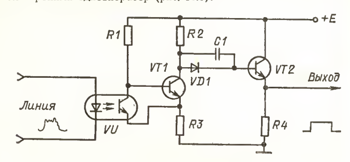


Рис. 10.5. Схема одновибратора

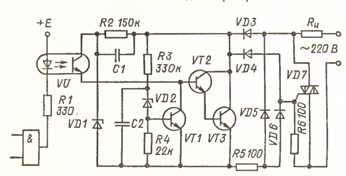


Рис. 10.6. Схема мощного полупроводникового реле

Приходящие на вход оптопары импульсы переводят фототранзистор в насыщение, и транзистор *VT1* запирается. Высокий потенциал, возникающий на коллекторе *VT1*, через диод *VD1* прикладывается к базе транзистора *VT2*, что вызывает его отпирание. После окончания входного сигнала транзистор *VT2* запирается до прихода следующего возбуждающего импульса.

Схема мощного полупроводникового реле с током нагрузки до 10 А и транзисторной оптопарой в качестве развязывающего элемента в цепи управления изображена на рис. 10.6.

Включение реле происходит по команде логического устройства на микросхемах, в выходную цепь которого включен светодиод оптопары. Управляющая схема усиливает сигнал и подает его на управляющий

электрод симметричного тиристора в момент прохождения синусоидального питающего напряжения через нуль. Последнее требование объясняется тем, что включение мощного тиристора на пике синусоиды или вблизи его вызывает сильные высокочастотные помехи, которые могут быть причиной сбоев и отказов располагающейся рядом аппаратуры.

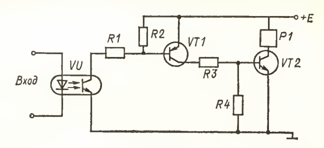


Рис. 10.7. Полупроводниковое нормально разомкнутое реле

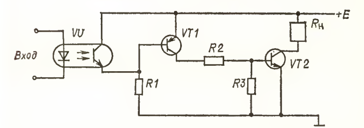


Рис. 10.8. Полупроводниковое нормально замкнутое реле

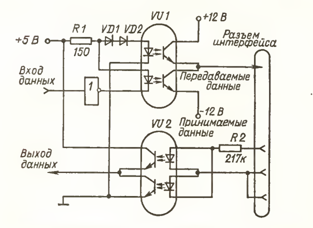


Рис. 10.9. Быстродействующий интерфейс с оптоизолятором

Так как командиый сигнал может поступать в любой момеит времеии, то схема содержнт узел на транзнсторе *VT1*, задерживающий включение тиристора до момента перехода питающего напряжения через нуль.

Выпрямленный диодами *VD3—VD6* переменный ток проходит через резистор *R2* и стабилитрои *VD1* с напряжением стабилизации 30 В. Пульсирующее напряжение на коллекторе фототранзистора ие превышает 30 В. Транзистор *VT1* поддерживается в открытом состоянии в теченне почти всего полупериода напряжеиия питаиия, закрываясь лишь иа короткий отрезок времени, соответствующий мгновенным зиачениям питающего напряжения от 0 до 25 В.

Если сигнал управления приходит в максимуме напряжения питания, то в это время транзистор *VT1* открыт и положительный сигнал, поступивший с выхода транзисторной оптопары, не включает составной транзистор *VT2*, *VT3*. Лишь при снижении мгиовеииого значеиия амплитуды питаиия до 25 В, когда запирается *VT1*, составной транзистор включается. В коллекторной цепи *VT3* появляется сигнал, достаточный для отпирания симметричного тиристора *VD7*.

На рис. 10.7 и 10.8 показаиы разиовидности полупроводниковых реле с гальванической развязкой управляющих схем от выходной цепи. Нормально разомкиутое реле (рис. 10.7) служит для управления постоянным током. Логический сигнал включает транзисторную оптопару, что вызывает последовательиое включенне транзисторов *VT1*, *VT2* и коммутацию рабочей нагрузки.

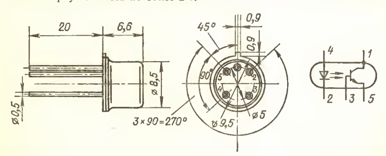
На рис. 10.8 приведена схема аиалогичного нормально замкнутого рсле. В этой схеме при приходе управляющего сигнала производится выключение рабочей нагрузки.

На рис. 10.9 показана схема интерфейса с оптической изоляцией передатчика и приемника цифровых даиных от аппаратуры обработки, например микропроцессора. Использованные здесь двухканальные оптопары обеспечивают высокую помехоустойчивость, малые искажеиия и высокую скорость передачи.

10.2. ТРАНЗИСТОРНЫЕ ОПТОПАРЫ МАЛОЙ МОЩНОСТИ

АОТ123(А, Б, В, Г), ЗОТ123(А, Б, В, Г)

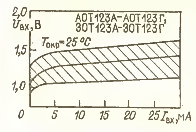
Оптопары транзисторные малой мощности. Излучатель — диодная структура на основе твердого раствора галлий—алюминий—мышьяк; приемник — кремииевый фототранзистор. Выпускаются в металлостеклянном корпусе. Масса ие более 2 г.



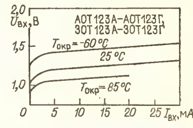
Предназначены для применения в ключевом режиме. Между выводами 3 и 5 должен быть подключен резистор сопротивлением 100 кОм.

Электрические параметры при $T_{окр}=25$ °C

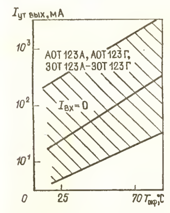
Входное напряжение при $I_{вх}=20$ мА, не более . . .	2 В
Выходное остаточное напряжение, не более:	
АОТ123А, АОТ123В, 3ОТ123А, 3ОТ123В при $I_{вх}=10$ мА	0,3 В
АОТ123Б, АОТ123Г, 3ОТ123Б, 3ОТ123Г при $I_{вх}=20$ мА	0,5 В
Ток утечки на выходе АОТ123А, 3ОТ123А при $U_{ком}=50$ В; АОТ123Б, АОТ123В, 3ОТ123Б, 3ОТ123В при $U_{ком}=30$ В, АОТ123Г, 3ОТ123Г при $U_{ком}=15$ В, не более .	10 мкА
Сопротивление изоляции, не менее	10^9 Ом
Время нарастания и спада выходного тока, не более:	
АОТ123А, АОТ123Б, АОТ123В, АОТ123Г	2 мкс
3ОТ123А, 3ОТ123Б, 3ОТ123В, 3ОТ123Г	4 мкс



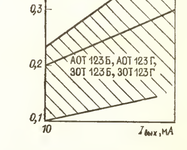
Типовая входная вольт-амперная характеристика (показаны зона разброса и усредненная кривая)



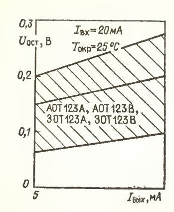
Типовые входные вольт-амперные характеристики



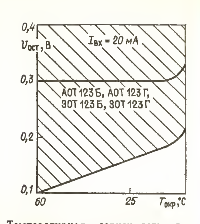
Температурная зависимость выходного тока утечки (показаны зона разброса и усредненная кривая)



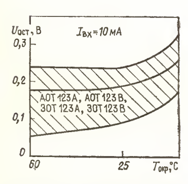
Зависимость выходного остаточного напряжения от выходного тока (показаны зона разброса и усредненная кривая)



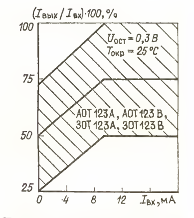
Зависимость выходного остаточного напряжения от выходного тока (показаны зона разброса и усредненная кривая)



Температурная зависимость выходного остаточного напряжения (показаны зона разброса и усредненная кривая)



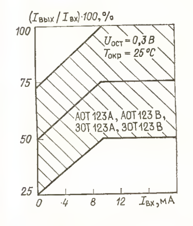
Температурная зависимость выходного остаточного напряжения (показаны зона разброса и усредненная кривая)



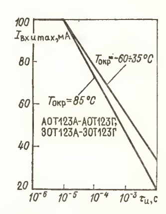
Передаточная характеристика (показаны зона разброса и усредненная кривая)

Предельные эксплуатационные данные

Входной постоянный или средний ток при $T_{окр} \leq 35$ °С	30 мА
Входной импульсный ток при $\tau_и = 10$ мкс	100 мА
Входное обратное напряжение	0,5 В
Выходное коммутируемое напряжение:	
АОТ123А, 3ОТ123А	50 В
АОТ123Б, АОТ123В, 3ОТ123Б, 3ОТ123В	30 В
АОТ123Г, 3ОТ123Г	15 В
Выходной ток:	
АОТ123А, АОТ123В, 3ОТ123А, 3ОТ123В	10 мА
АОТ123Б, АОТ123Г, 3ОТ123Б, 3ОТ123Г	20 мА
Напряжение изоляции	100 В
Диапазон рабочей температуры окружающей среды:	
АОТ123А, АОТ123Б, АОТ123В, АОТ123Г	−60 ÷ +70 °С
3ОТ123А, 3ОТ12Б, 3ОТ123В, 3ОТ123Г	−60 ÷ +85 °С



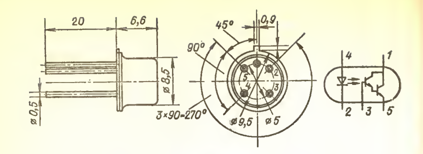
Передаточная характеристика (показаны зона разброса и усредненная кривая)



Зависимость максимально допустимого входного импульсного тока от длительности импульсов

АОТ126(А, Б), 3ОТ126(А, Б)

Оптопары транзисторные. Излучатель — мезаэпитаксиальный диод на основе твердого раствора галлий—алюминий—мышьяк; приемник — кремниевый планарно-эпитаксиальный *n-p-n*-фототранзистор. Выпускаются в металлостеклянном корпусе. Предназначены для коммутации цепей постоянного тока. Между выводами *3* и *5* прибора должен быть включен резистор сопротивлением 100 кОм. Масса не более 2 г.

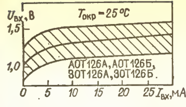


Электрические параметры при $T_{окр}=25\,°C$

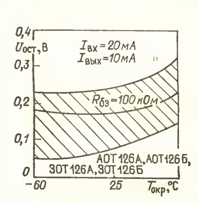
Входное напряжение при $I_{вх}=20$ мА, не более	2 В
Выходное остаточное напряжение при $I_{вх}=20$ мА, $I_{вх}=10$ мА, не более	0,3 В
Ток утечки на выходе при $I_{вх}=0$ и максимальном выходном напряжении, не более	10 мкА
Сопротивление изоляции при $U_{из}=500$ В, не менее	10^{11} Ом
Время нарастания и спада выходного импульсного тока при $I_{вх}=20$ мА, $U_{ком}=10$ В, $R_{н}=100$ Ом	2 мкс

Предельные эксплуатационные данные

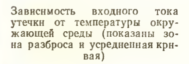
Входной постоянный или средний ток:	
при $T_{окр}\leqslant35\,°C$	30 ма
при $T_{окр}=85\,°C$ (АОТ126А, Б)	10 мА
при $T_{окр}=100\,°C$ (3ОТ126А, Б)	10 мА
Входной импульсный ток при $\tau_{и}=10$ мкс	100 мА
Входное обратное напряжение	0,5 В
Выходное коммутируемое напряжение:	
АОТ126А, 3ОТ126А	30 В
АОТ126Б, 3ОТ126Б	15 В
Выходной ток:	
при $T_{окр}$ до 35 °C	10 мА
при $T_{окр}=85\,°C$ (АОТ126А, Б)	5 мА
при $T_{окр}=100\,°C$ (3ОТ126А, Б)	5 мА
Напряжение изоляции:	
при $T_{окр}$ до 35 °C	1000 В
при $T_{окр}=85\,°C$ (АОТ126А, Б)	500 В
при $T_{окр}=100\,°C$ (3ОТ126А, Б)	500 В
Диапазон рабочей температуры:	
АОТ126А, АОТ126Б	$-60\div+85°$ C
3ОТ126А, 3ОТ126Б	$-60\div+100°$C

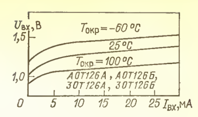


Входная вольт-амперная характеристика (показаны зона разброса и усредненная кривая)

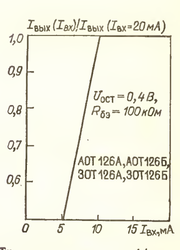


Зависимость остаточного напряжения от температуры окружающей среды (показаны зона разброса и усредненная кривая)

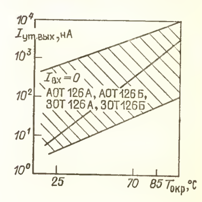

Зависимость входного тока утечки от температуры окружающей среды (показаны зона разброса и усредненная кривая)

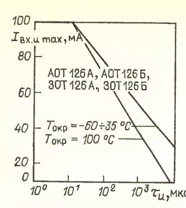


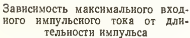
Типовые вольт-амперные характеристики



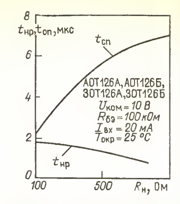
Типовая зависимость коэффициента передачи тока (в относительных единицах) от входного тока







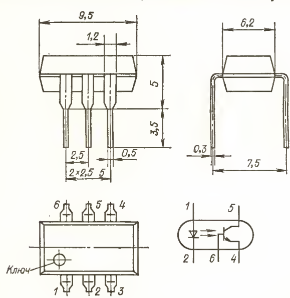
Зависимость максимального входного импульсного тока от длительности импульса



Типовая зависимость времени нарастания и спада выходных импульсов от сопротивления нагрузки

АОТ128(А, Б, В, Г)

Оптопары транзисторные. Излучатель — эпитаксиальный диод на основе твердого раствора галлий—алюминий—мышьяк; приемник — кремниевый планарно-эпитаксиальный *n-p-n*-фототранзистор. Выпускаются в пластмассовом корпусе. Предназначены для коммутации цепей



постоянного тока. Между выводами *6* и *4* должен быть подключен резистор сопротивлением 100 кОм. Масса не более 1 г.

Электрические параметры при $T_{окр}=25°$ C

Входное напряжение, не более:

при $I_{вх}=10$ мА . . . . 1,6 В

при $I_{вх}=40$ мА . . . . 1,8 В

Выходное остаточное напряжение при $I_{вх}=10$ мА:

АОТ128А при $I_{вх}=2,5$ мА . . . . 0,3 В

АОТ128Б при $I_{вх}=10$ мА; АОТ128В, АОТ128Г при $I_{вх}=5$ мА . . . . 0,4 В

Ток утечки на выходе при максимальном выходном напряжении, не более . . . . 10 мкА

Сопротивление изоляции при $U_{из}=500$ В, не менее . . . 10^{11} Ом

Время нарастания и спада импульса выходного тока при $I_{вх}=10$ мА, $U_{ком}=10$ В, $R_{н}=100$ Ом, не более . . . 5 мкс

Предельные эксплуатационные данные

Входной постоянный ток:

при $T_{окр}\leqslant35$ °C . . . . 40 мА

при $T_{окр}=85$ °C . . . . 10 мА

Входной импульсный ток при $\tau_{и}=10$ мкс и среднем входном токе, не превышающем половину $I_{вх max}$. 100 мА

Входное обратное напряжение . . . . 0,5 В

Выходное коммутируемое напряжение:

АОТ128А . . . . 50 В

АОТ128Б, АОТ128В . . . . 30 В

АОТ128Г . . . . 15 В

Выходной постоянный ток:

при $T_{окр}\leqslant35$ °C:

АОТ128А . . . . 8 мА

АОТ128Б . . . . 32 мА

АОТ128В, АОТ128Г . . . . 16 мА

при $T_{окр}=85$ °C:

АОТ128А . . . . 2 мА

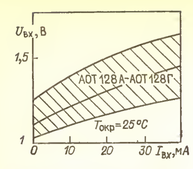
АОТ128Б . . . . 7 мА

АОТ128В, АОТ128Г . . . . 4 мА

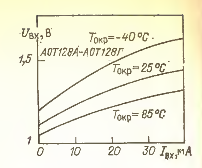
Напряжение изоляции . . . . 1500 В

Пиковое напряжение изоляции при $\tau_{и}=1$ мин . . . 3000 В

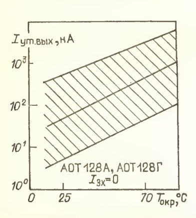
Диапазон рабочей температуры окружающей среды . $-40\div+85$ °C



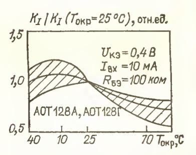
Входная вольт-амперная характеристика (показаны зона разброса и усредненная кривая)



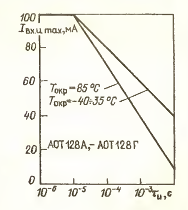
Типовые входные вольт-амперные характеристики

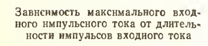


Температурная зависимость выходного тока утечки (показаны зона разброса и усредненная кривая)



Типовая зависимость коэффициента передачи тока от температуры окружающей среды (показаны зона разброса и усредненная кривая)

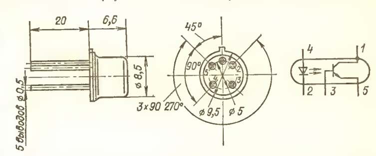



Зависимость максимального входного импульсного тока от длительности импульсов входного тока

10.3. ТРАНЗИСТОРНЫЕ ОПТОПАРЫ СРЕДНЕЙ МОЩНОСТИ

АОТ110(А, Б, В, Г), ЗОТ110(А, Б, В, Г)

Оптопары транзисторные средней мощности. Излучатель — диодная структура на основе твердого раствора галлий—алюминий—мышьяк; приемник — кремниевый составной фототранзистор. Выпускаются в металлостеклянном корпусе. Масса не более 1,5 г.



Между выводами *3* и *5* должен быть подключен резистор сопротивлением от 0,1 до 1 МОм. Нагрузку допускается подсоединять к выводу *1* или *5*. Типовой режим применения — ключевой.

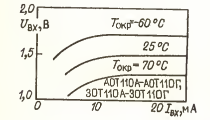
Электрические параметры при $T_{окр}=25\ ^\circ C$

Входное напряжение при $I_{вх}=25$ мА, не более . . .	2 В
Выходное остаточное напряжение, не более:	
при $I_{вых}=200$ мА:	
АОТ110А, АОТ110Г, ЗОТ110А, ЗОТ110Г . .	1,5 В
при $I_{вых}=100$ мА:	
АОТ110Б, АОТ110В, ЗОТ110Б, ЗОТ110В . .	1,5 В
Ток утечки на выходе, не более:	
при $U_{ком}=30$ В АОТ110А, АОТ110В, ЗОТ110А, ЗОТ110В	100 мкА
при $U_{ком}=15$ В АОТ110Г, ЗОТ110Г	100 мкА
при $U_{ком}=50$ В АОТ110Б, ЗОТ110Б	100 мкА
Входной ток номинальный	10 мА
Время включения при $I_{вх}=25$ мА, $R_н=100$ Ом, $U_{ком}=11$ В	1—50 мкс
Время выключения при $I_{вх}=25$ мА, $R_н=100$ Ом, $U_{ком}=11$ В	5—100 мкс
Сопротивление изоляции, не менее	10^9 Ом

Предельные эксплуатационные данные

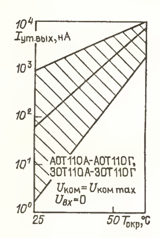
Входной постоянный или средний ток:	
при $T_{окр}\leq 35\ ^\circ C$	30 мА
при $T_{окр}=70\ ^\circ C$	15 мА
Входной импульсный ток при $\tau_и=10$ мкс:	
при $T_{окр}\leq 35\ ^\circ C$	100 мА
при $T_{окр}=70\ ^\circ C$	85 мА
Входное обратное напряжение	0,7 В
Средняя рассеиваемая мощность:	
при $T_{окр}\leq 35\ ^\circ C$	360 мВт

при $T_{окр}=70$ °C . . . . 80 мВт
Коммутируемое напряжение на выходе при $T_{окр}\leqslant 70$ °C:
АОТ110А, АОТ110В, 3ОТ110А, 3ОТ110В . . . . 30 В
АОТ110Б, 3ОТ110Б . . . . 50 В
АОТ110Г, 3ОТ110Г . . . . 15 В
Выходной ток при $T_{окр}\leqslant 35$ °C:
АОТ110А, АОТ110Г, 3ОТ110А, 3ОТ110Г . . . . 200 мА
АОТ110Б, АОТ110В, 3ОТ110Б, 3ОТ110В . . . . 100 мА
Выходной импульсный ток при $\tau_и=10$ мс, $T_{окр}\leqslant 70$ °C:
АОТ110А, АОТ110Г, 3ОТ110А, 3ОТ110Г . . . . 200 мА
АОТ110Б, АОТ110В, 3ОТ110Б, 3ОТ110В . . . . 100 мА
Напряжение изоляции . . . . 100 В
Диапазон рабочей температуры окружающей среды . —60÷+70 °C





Типовые входные вольт-амперные характеристики



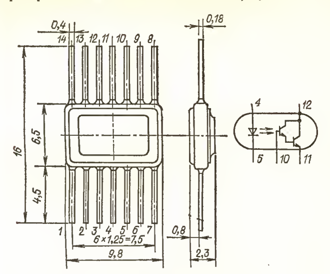
Входная вольт-амперная характеристика (показаны зона разброса и усредненная кривая)

Температурная зависимость выходного тока утечки (показаны зона разброса и усредненная кривая)

АОТ122(А, Б, В, Г), 3ОТ122(А, Б, В, Г)

Оптопары транзисторные. Излучатель — мезаэпитаксиальный диод на основе твердого раствора галлий—алюминий—мышьяк; приемник — кремниевый планарный *n-p-n* составной фототранзистор. Выпускаются в металлостеклянном корпусе. Предназначены для коммутации цепей

постоянного тока. Между выводами *10* и *11* должен быть подключен резистор сопротивлением 1 МОм. Масса не более 0,6 г.



Электрические параметры при $T_{окр}=25\ ^\circ C$

Входное напряжение при $I_{вх}=5$ мА, не более	1,6 В
Выходное постоянное напряжение при $I_{вх}=5$ мА АОТ122А, АОТ122В, АОТ122Г, 3ОТ122А, 3ОТ122В, 3ОТ122Г при $I_{вых}=15$ мА АОТ122Б, 3ОТ122Б при $I_{вых}=25$ мА, не более	1,5 В
Ток утечки на выходе при максимальном выходном напряжении, не более	10 мкА
Сопротивление изоляции при $U_{из}=100$ В	10^9 Ом
Время нарастания импульса выходного тока при $I_{вх}=5$ мА, $U_{ком}=10$ В, $R_н=100$ Ом, не более	6 мкс
Время спада импульса выходного тока при $I_{вх}=5$ мА, $U_{ком}=10$ В, $R_н=100$ Ом, не более	100 мкс

Предельные эксплуатационные данные

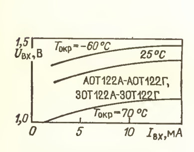
Входной постоянный или средний ток	15 мА
Входной импульсный ток при $\tau_и=10$ мкс	85 мА
Выходное коммутируемое напряжение:	
АОТ122А, 3ОТ122А	50 В
АОТ122Б, 3ОТ122Б, АОТ122В, 3ОТ122В	30 В
АОТ122Г, 3ОТ122Г	15 В

Выходной постоянный или средний ток:
АОТ122А, 3ОТ122А, АОТ122В, 3ОТ122В, АОТ122Г, 3ОТ122Г . . . . 15 мА

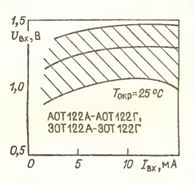
АОТ122Б, 3ОТ122Б . . . . 25 мА

Напряжение изоляции . . . . 100 В

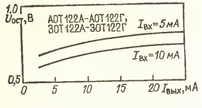
Диапазон рабочей температуры окружающей среды . −60 ÷ +70 °С



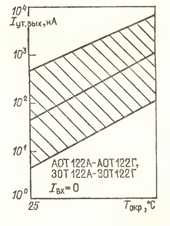
Типовые входные вольт-амперные характеристики



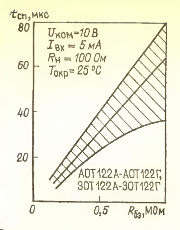
Входная вольт-амперная характеристика (показаны зона разброса и усредненная кривая)



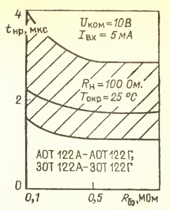
Типовая зависимость выходного остаточного напряжения от выходного тока



Температурная зависимость выходного тока утечки (показаны зона разброса и усредненная кривая)



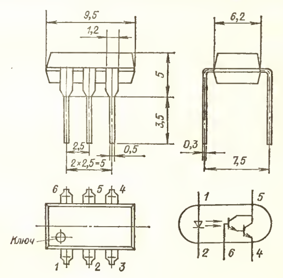
Зависимость времени спада выходного импульса от сопротивления резистора $R_{бэ}$ (показаны зона разброса и усредненная кривая)



Зависимость времени нарастания выходного импульса от сопротивления резистора $R_{бэ}$ (показаны зона разброса и усредненная кривая)

АОТ127(А, Б, В), 3ОТ127(А, Б)

Оптопары транзисторные. Излучатель — мезаэпитаксиальный диод на основе твердого раствора галлий—алюминий—мышьяк; приемник — кремниевый планарно-эпитаксиальный *n-p-n*-фототранзистор. АОТ127А—



АОТ127В выпускаются в пластмассовом корпусе, 3ОТ127А, 3ОТ127Б — в металлостеклянном. Предназначены для коммутации цепей постоянного тока. Между выводами *4* и *6* должен быть подключен резистор сопротивлением 1 МОм. Масса не более 1 г.

Электрические параметры при $T_{окр}=25$ °С

Входное напряжение при $I_{вх}=5$ мА, не более	1,6 В
Выходное остаточное напряжение при $I_{вх}=5$ мА, $I_{вых}=70$ мА АОТ127А, 3ОТ127А, 3ОТ127Б	1,5 В
при $I_{вх}=5$ мА, $I_{вых}=15$ мА АОТ127Б, АОТ127В	1,5 В
при $I_{вх}=0{,}5$ мА, $I_{вых}=2{,}5$ мА 3ОТ127А	1,2 В
Ток утечки на выходе при $I_{вх}=0$ и максимальном выходном напряжении, не более	10 мкА
Сопротивление изоляции при $U_{из}=500$ В, не менее	10^{11} Ом
Время нарастания импульса выходного тока при $I_{вх}=5$ мА, $U_{ком}=10$ В, $R_{н}=100$ Ом	10 мкс
Время спада импульса выходного тока при $I_{вх}=5$ мА, $U_{ком}=10$ В, $R_{н}=100$ Ом	100 мкс

Предельные эксплуатационные данные

Входной постоянный ток:	
при $T_{окр}\leq 35$ °С:	
АОТ127А, АОТ127Б, АОТ127В	15 мА
3ОТ127А, 3ОТ127Б	20 мА
при $T_{окр}=70$ °С АОТ127А, АОТ127Б, АОТ127В	5 мА
при $T_{окр}=85$ °С 3ОТ127А, 3ОТ127Б	5 мА
Входной импульсный ток при $\tau_{и}=10$ мкс, $I_{вх.ср max}\leq 2{,}5$ мА:	
при $T_{окр}\leq 35$ °С:	
АОТ127Б	100 мА
3ОТ127А, 3ОТ127Б	85 мА
при $T_{окр}=70$ °С АОТ127Б	20 мА
при $T_{окр}=85$ °С 3ОТ127А, 3ОТ127Б	20 мА
Входное обратное напряжение	1,5 В
Выходное коммутируемое напряжение:	
АОТ127А, 3ОТ127А, АОТ127Б, 3ОТ127Б	30 В
АОТ127В	15 В
Выходной ток:	
АОТ127А, АОТ127Б, АОТ127В:	
при $T_{окр}\leq 35$ °С	70 мА
при $T_{окр}=70$ °С	20 мА
3ОТ127А, 3ОТ127Б:	
при $T_{окр}\leq 35$ °С	100 мА
при $T_{окр}=85$ °С	20 мА
Мощность, рассеиваемая при $T_{окр}\leq 35$ °С:	
АОТ127А, АОТ127Б, АОТ127В	225 мВт

Напряженне нзоляцнн:

3ОТ127А, 3ОТ127Б:

прн $T_{окр} \leqslant 35$ °С . . . . 1000 В

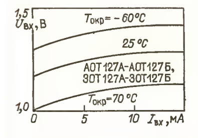
прн $T_{окр} = 85$ °С . . . . 500 В

АОТ127А, АОТ127Б, АОТ127В во всем днапазоне рабочей температуры . . . . 500 В

Днапазон рабочей температуры окружающей среды:

АОТ127А, АОТ127Б, АОТ127В . . . . $-40 \div +70$ °С

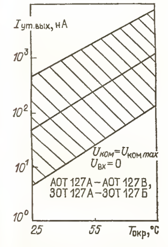
3ОТ127А, 3ОТ127Б . . . . $-60 \div +85$ °С



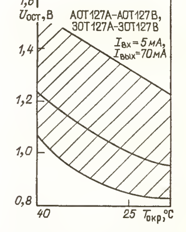
Тнповые входные вольт-амперные характернстнкн

1,5
$U_{вх}$, В
1,0
0,5
АОТ 127А-АОТ 127В,
3ОТ 127А-3ОТ 127В
$T_{окр}$= 25 °С
0
5
10 $I_{вх}$, мА

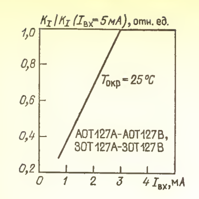
Входная вольт-амперная характеристнка (показаны зона разброса и усредненная крнвая)



Температурная завнснмость выходного тока утечкн (показаны зона разброса н усредненная крнвая)



Температурная завнснмость выходного остаточного напряження (показаны зона разброса и усредненная крнвая)

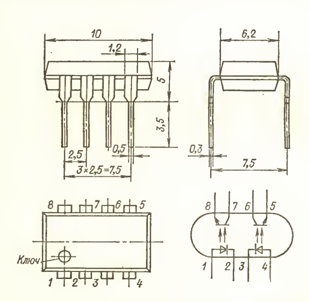


Температурная зависимость коэффициента передачи тока (в относительных единицах) от входного тока

10.4. ТРАНЗИСТОРНЫЕ ДВУХКАНАЛЬНЫЕ ОПТОПАРЫ

АОТ101(АС, БС)

Оптопары транзисторные двухканальные. Излучатели — эпитаксиальные диоды на основе твердого раствора галлий—алюминий—мышьяк; приемники — кремниевые планарные *n-p-n*-фототранзисторы. Выпускаются в пластмассовом корпусе. Масса не более 1,5 г.

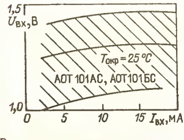


Электрические параметры при $T_{окр}=25\,°C$

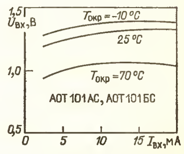
Входное напряжение, не более:	
при $I_{вх}=5$ мА	1,6 В
при $I_{вх}=15$ мА	1,7 В
Выходное остаточное напряжение при $I_{вх}=10$ мА, АОТ101АС при $I_{вых}=5$ мА, АОТ101БС при $I_{вых}=10$ мА, не более	0,4 В
Ток утечки на выходе при $U_{ком}=10$ В, не более	10 мА
Сопротивление изоляции при $U_{из}=500$ В, не менее	10^{11} Ом
Время нарастания и спада импульса выходного тока при $U_{ком}=10$ В, $R_{н}=100$ Ом, не более	10 мкс

Предельные эксплуатационные данные

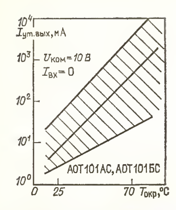
Входной постоянный ток:	
при $T_{окр}<50\,°C$	20 мА
при $T_{окр}=70\,°C$	15 мА
Входной импульсный ток при $\tau_и=10$ мкс и среднем входном токе, не превышающем половину $I_{вх\,max}$	50 мА
Входное обратное напряжение	1,5 В
Выходное коммутируемое напряжение	15 В
Выходной постоянный или средний ток:	
АОТ101АС	5 мА
АОТ101БС	10 мА
Напряжение изоляции:	
при $T_{окр}=25\,°C$	1500 В
при $T_{окр}=70\,°C$	500 В
Диапазон рабочей температуры окружающей среды	$-10 \div +70\,°C$



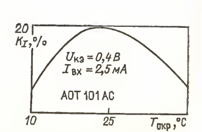
Входная вольт-амперная характеристика (показаны зона разброса и усредненная кривая)



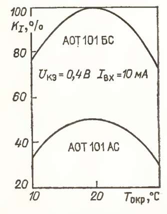
Типовые входные вольт-амперные характеристики



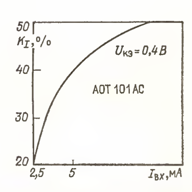
Температурная зависимость выходного тока утечки (показаны зона разброса и усредненная кривая)



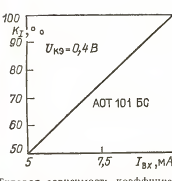
Типовая зависимость коэффициента передачи тока от температуры окружающей среды



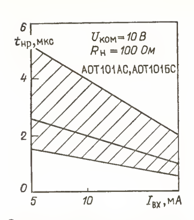
Типовая зависимость коэффициента передачи тока от температуры окружающей среды



Типовая зависимость коэффициента передачи тока от входного тока



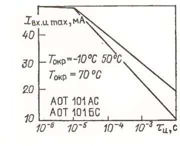
Типовая зависимость коэффициента передачи тока от входного тока



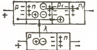
Зависимость времени нарастания выходного импульса от входного тока (показаны зона разброса и усредненная кривая)



Зависимость времени спада выходного импульса от входного тока (показаны зона разброса и усредненная кривая)



Зависимость максимального входного импульсного тока от длительности импульса входного тока



Раздел 11

ТИРИСТОРНЫЕ ОПТОПАРЫ

11.1. ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ, ОСНОВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ, ПРИМЕНЕНИЕ

В тиристорных оптопарах в качестве приемного элемента используется кремниевый фототиристор.

Фототиристор, так же как обычный тиристор, имеет четырехслойную структуру *p-n-p-n*. Конструктивно оптопара выполнена так, что основ-

ная часть излучения входного диода направлена на высокоомную базовую область n фототиристора. К крайним областям — аноду p и катоду n прикладывается внешнее выходное напряжение плюсом к аноду. При облучении в n-базе генерируются пары носителей заряда — электронов и дырок. Электрическим полем центрального перехода между n- и p-областями носители заряда разделяются. При этом электроны остаются в n-базе, а дырки попадают в p-базу, заряжая соответствующие базы отрицательно и положительно. При такой полярности зарядов на базах происходит инжекция неосновных носителей заряда из крайних переходов структуры, называемых эмиттерами. Лавинообразное нарастание тока через структуру приводит к отпиранию тиристора, все три перехода оказываются смещенными в прямом направлении, и падение напряжения на фототиристоре в отпертом состоянии получается малым.

Фототиристор, так же как и фототранзистор, обладает большим внутренним усилием фототока. В отличие от фототранзистора включенное состояние фототиристора сохраняется и при прекращении излучения входного диода. Таким образом, управляющий сигнал на тиристорную оптопару может подаваться только в течение небольшого времени, необходимого для отпирания тиристора. Этим достигается существенное уменьшение энергии, необходимой для управления тиристорной оптопарой.

Чтобы запереть фототиристор, с него надо снять внешнее напряжение. Если тиристор включается в цепь переменного или пульсирующего напряжения, то выключение тиристора происходит в каждый из периодов при уменьшении напряжения и тока через тиристор до значения, при котором не может поддерживаться включенное состояние структуры.

При отсутствии входного сигнала, что соответствует необлученному состоянию базовой n-области, через фототиристор протекает небольшой ток утечки (темновой ток). Темновой ток сильно зависит от температуры. При повышении температуры на 10 °С ток примерно удваивается.

Специфическими параметрами для тиристорных оптопар являются следующие:

ток включения $I_{вкл}$ — постоянный прямой входной ток, который переводит оптопару в открытое состояние при заданном режиме на выходе;

импульсный ток включения $I_{вкл.и}$ — амплитуда входного импульсного тока заданной длительности, при которой оптопара переходит в открытое состояние;

входное напряжение $U_{вх}$ — постоянное напряжение на входе оптопары при заданном токе включения;

максимальный входной ток помехи $I_{вх.пом max}$ — входной ток, при котором тиристорная оптопара не переключается из закрытого состояния в открытое;

максимальное входное напряжение помехи $U_{вх.пом max}$ — наибольшее прямое напряжение на входе оптопары, при котором она не переключается из закрытого состояния в открытое;

выходной ток в закрытом состоянии $I_{вых.закр}$ — ток, протекающий в выходной цепи при закрытом состоянии фототиристора и заданном режиме;

выходной обратный ток $I_{вых обр}$ — ток, протекающий в выходной цепи в обратном направлении при закрытом состоянии фототиристора;

выходное остаточное напряжение $U_{ост}$ — напряжение на выходных выводах тиристорной оптопары в условиях открытого состояния фототиристора;

выходной удерживающий ток $I_{вых.уд}$ — наименьший выходной ток,

при котором фототиристор еще находится в открытом состоянии при отсутствии входного тока;

выходной минимальный ток при подаче управляющего сигнала $I_{\text{вых min}}$ — минимальный выходной ток, при котором фототиристор сохраняет включенное состояние при наличии входного сигнала;

выходное минимальное напряжение в закрытом состоянии $U_{\text{вых пр закр min}}$ — минимальное прямое постоянное напряжение на выходе тиристорной оптопары, при котором гарантируется включение прибора при заданном сигнале на входе и сохранение прибором открытого состояния;

максимальное выходное прямое напряжение в закрытом состоянии $U_{\text{вых.пр.закр max}}$ — прямое напряжение на выходе, при котором фототиристор еще находится в закрытом состоянии при отсутствии входного сигнала и обеспечивается надежность при длительной работе;

максимальное выходное обратное напряжение $U_{\text{вых.обр max}}$ — обратное напряжение на выходе, при котором обеспечивается заданная надежность при длительной работе;

выходная емкость $C_{\text{вых}}$ — емкость на выходе тиристорной оптопары в закрытом состоянии;

Рис. 11.1. Выходные характеристики тиристорной оптопары

максимально допустимая скорость нарастания выходного напряжения в закрытом состоянии $[dU_{\text{вых.закр}}/dt]_{\max}$ — скорость нарастания, при которой обеспечивается закрытое состояние фототиристора при отсутствии входного сигнала;

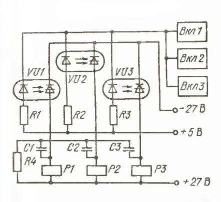


Рис. 11.2. Схема гальванической развязки цепей управления и питания реле

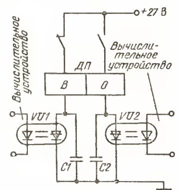


Рис. 11.3. Схема дистанционного управления мощными электродвигателями

время включения $t_{вкл}$ — интервал времени между входным импульсом тока на уровне 0,5 и выходным током на уровне 0,9 максимального значения;

время выключения $t_{выкл}$ — интервал времени от момента окончания выходного тока до момента начала следующего импульса выходного тока, под воздействием которого фототиристор не переключается в открытое состояние.

Так же как и для других оптопар, указываются максимально допустимые режимы во входной и выходной цепях, а также параметры изоляции выходной цепи от управляющей.

На рис. 11.1 показано семейство выходных вольт-амперных характеристик тиристорной оптопары. Параметром семейства является входной ток через излучающий диод.

При некотором значении входного тока происходит «спрямление» характеристики, что соответствует включенному состоянию фототиристора. Время включения оптопары зависит от входного тока. Для уменьшения времени включения входной ток необходимо увеличивать (однако он не должен превышать максимально допустимого импульсного входного тока).

Тиристорные оптопары наиболее целесообразно использовать для гальванической развязки логических цепей управления от высоковольтных цепей нагрузок большой мощности, для формирователей мощных импульсов, управления мощными тиристорами, в том числе симметричными, коммутирующими нагрузку в сети переменного тока, для устройства защиты вторичных источников питания.

На рис. 11.2 представлена схема гальванической развязки низковольтной цепи управления от цепи питания реле, коммутирующей силовые обмотки машин и аппаратов. Такая схема может использоваться в системе телеуправления механизмами, расположенными во взрывоопасной шахте.

Одна из схем дистанционного управления мощными электродвигателями показана на рис. 11.3. На схеме изображен дистанционный переключатель *ДП*, содержащий две обмотки: включающую *В* и отбойную *О*, производящие соответственно включение либо выключение мощного электродвигателя.

Команда, вырабатываемая управляющим устройством, не может быть передана непосредственно в цепь обмоток *ДП* в силу несогласованности по напряжению питания, а также из-за наличия в цепи обмоток значительных индуктивных выбросов.

Использование в данной схеме тиристорной оптопары позволило устранить влияние коммутационных помех на вычислительное управляющее устройство.

Схема работает следующим образом. При подаче входного сигнала на оптрон *VU1* он включается и срабатывает обмотка *В*. Якорь обмотки *В* производит три операции: включает мощный двигатель, замыкает цепь обмотки *О* и размыкает цепь собственной обмотки *В*. Ток через обмотку *В* прекращается, оптрон *VU1* выключается. Конструкция механического коммутирования такова, что при возврате якоря обмотки *В* работа двигателя не прерывается. Двигатель остается включенным до тех пор, пока не поступит входной сигнал на оптрон *VU2*.

Конденсаторы *C1* и *C2* шунтируют фототиристоры, защищая их от возможных всплесков напряжения на индуктивной нагрузке.

На рис. 11.4 показан формирователь разнополярных прямоугольных импульсов тока в диапазоне от 1 до 100 мА.

От устройства управления в зависимости от требуемой полярности

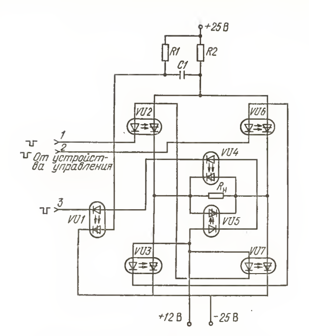


Рис. 11.4. Схема формирователя импульсов

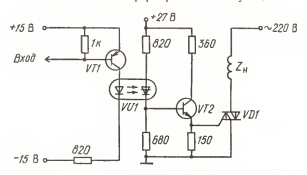


Рис. 11.5. Схема управления симметричным тиристором

выходного импульса в канал *1* или *2* посылается отрицательный запускающий импульс. Если сигнал поступил в канал *1*, включаются оптопары *VU2* и *VU7* и на нагрузке $R_н$ формируется передний фронт импульса Одновременно происходит заряд емкости *C1*. Рабочий импульс в нагрузке будет длиться до тех пор, пока не поступит управляющий сигнал в канал *3*. Этот сигнал включает оптопары *VU1*, *VU4*, *VU5*.

Оптопары *VU4* и *VU5* включены встречно-параллельно и шунтиру-

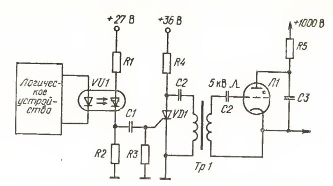


Рис. 11.6. Схема управления импульсным тиристором

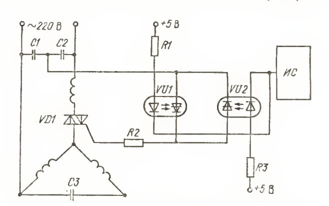


Рис. 11.7. Схема управления электродвигателем

ют нагрузку $R_н$, формируя срез выходного импульса. При отпирании оптопары *VU1* перезаряжается конденсатор *C1*, в результате чего создается противоток в основной цепи и оптопары *VU2*, *VU4*, *VU5*, *VU7* запираются.

В ряде схем для удовлетворения требования помехоустойчивости и повышенного электрического сопротивления развязки цепей прибегают к использованию тиристорной оптопары для управления силовыми и симметричными тиристорами. На рис. 11.5 показана схема управления симметричным тиристором, коммутирующим мощную индуктивную нагрузку.

Как известно, при размыкании цепи с индуктивной нагрузкой возникают кратковременные, но значительные по амплитуде выбросы напряжения. Существуют различные способы подавления и сглаживания этих выбросов, но избавиться от них полностью невозможно. Поэтому необходимо защищать от повышенных напряжений управляющую цепь коммутирующего прибора как наиболее чувствительную к перегрузкам,

Функцию такой защиты в данной схеме выполняет тиристорная оптопара.

При приходе на базу транзистора *VT1* управляющего сигнала включается тиристорная оптопара, после чего на базе транзистора *VT2* создается положительное смещение и он отпирается. На управляющем электроде симметричного тиристора возникает положительный сигнал, который переводит этот прибор в открытое состояние.

На рис. 11.6 показана схема строботорона — мощного импульсного источника света. Тиристор, управляемый тиристорной оптопарой, обеспечивает подачу на сетку лампы *Л1* запускающего высоковольтного импульса.

Выработанный логическим устройством входной сигнал включает тиристорную оптопару, и конденсатор *C1* заряжается от источника питания. Ток заряда переводит тиристор *VD1* в открытое состояние. Через тиристор разряжается конденсатор *C2*, создавая на первичной обмотке трансформатора *Тр1* импульс напряжения. При попадании на сетку строботорона высоковольтного импульса со вторичной обмотки происходит мощная световая вспышка.

На рис. 11.7 показана схема управления симметричным тиристорным устройством на интегральных микросхемах. Симметричный тиристор *VD1* включает электродвигатель, питающийся от сети переменного тока напряжением 220 В.

Команда, выработанная микропроцессором, поступает на входы двух встречно-параллельно включенных оптопар. С выходом этих оптопар попеременно поступают сигналы разной полярности на управляющий электрод симметричного тиристора. По окончании входного сигнала оптопары запираются, запирая и симметричный тиристор.

На рис. 11.8 показана схема ключа для коммутации маломощной нагрузки в цепи переменного тока. В диагональ выпрямительного моста включена выходная цепь оптопары. При подаче управляющего сигнала на транзистор *VT1* оптопара переходит в открытое состояние и через нагрузку течет переменный ток. При снятии управляющего сигнала оптопара запирается в момент прохождения выходного напряжения через нуль.

При мощной нагрузке используют схему, где тиристорная оптопара коммутирует управляющую цепь мощного тиристора (рис. 11.9). Ток нагрузки такого ключа определяется предельным значением прямого тока тиристора. Резистор *R2* ограничивает ток через выходную цепь оптопары.

Современные ЭВМ и системы автоматики содержат большое число вторичных источников питания. Серьезной проблемой является обеспечение эффективного контроля выходных напряжений источников, а также защита устройства от случайного повышения выходных напряжений.

Устройства контроля и защиты используются с низковольтными источниками постоянного напряжения. Интегральные микросхемы, составляющие основу современных ЭВМ, допускают всего лишь кратковременное повышение напряжения питания до 7 В (номинальное напряжение питания около 5 В). Устройство защиты должно отключать источник питания за 30—50 мкс, если выходное напряжение превысит на 15—25 % номинальное значение.

Схема контроля напряжения источника питания изображена на рис. 11.10. Она включает в себя сбалансированный мост (*R1—R3, VD1, R3*), в диагональ которого включен транзистор *VT1*.

При изменениях контролируемого напряжения потенциал в точке *А*

не меняется благодаря включению в одну из ветвей моста стабилитрона *VD1*.

Транзистор *VT1* вырабатывает сигнал включения оптопары в тот момент, когда напряжение поднимается выше установленного предельно допустимого значения.

Фототиристор оптопары разрывает цепь питания в момент создавшейся аварийной ситуации, защищая основное оборудование.

Для коммутации цифровых газоразрядных индикаторов кроме резисторных применяются также и тиристорные оптопары. Преимущество

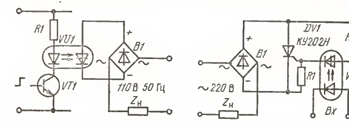


Рис. 11.8. Схема коммутации малой нагрузки переменного тока

Рис. 11.9. Схема коммутации мощной нагрузки напряжения вторичного источника питания

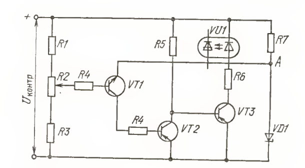


Рис. 11.10. Схема устройства контроля напряжения вторичного источника питания

их состоит в том, что они обладают памятью — сохраняют открытое состояние после снятия входного сигнала. Это обстоятельство позволяет использовать импульсный способ управления, что дает существенную экономию энергии.

Тиристорные оптопары находят применение для управления электролюминесцентными индикаторами большой площади, которые требуют высокого рабочего напряжения и большого тока. Этот способ управления используется, в частности, при создании щитовых электроизмерительных приборов с аналоговым представлением измеряемой величины. Измеряемая величина в этих приборах преобразуется в цифровой код и через

дешифратор управляет поджигом дискретных электролюминесцентных сегментов отсчетного устройства. Последовательное зажигание точек создает иллюзию движения светящейся стрелки.

Весьма эффективным является использование тиристорных оптопар в схемах управления блинкерными знакоместами, которые в последнее время все шире используются в обзорных крупногабаритных информационных табло, устанавливаемых на вокзалах, в аэропортах, на стадионах, в производственных цехах и других общественных местах. Основой блинкерного знакоместа является шарик, окрашенный наполовину в белый и наполовину в черный цвет и свободно вращающийся в электромагнитной катушке. Знакоместо состоит из 35 шариков, которые поворачиваются к наблюдателю белой либо черной поверхностью, отображая

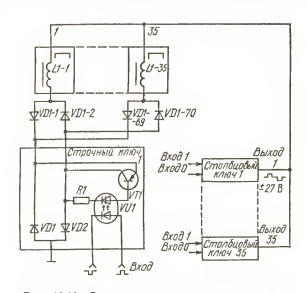


Рис. 11.11. Схема управления блинкерными знакоместами

в совокупности ту или иную цифру или букву. Поворот шарика осуществляется за счет силы взаимодействия поля катушки и небольшого постоянного магнитика, запрессованного в шарик. Информационное табло может содержать до нескольких сотен знакомест.

На рис. 11.11 показана схема управления знакоместом. При поступлении на ключ первого столбца сигнала логической 1 на выход пропускается положительный рабочий импульс с амплитудой 27 В. Этот импульс попадает на первый столбец устройства отображения и проходит в электромагнитную катушку той строки, которая в этот момент оказывается подключенной к источнику через ключ строки. Подключение осуществляется через транзистор *VT1*, управляемый тиристорной оптопарой, на которую командный сигнал поступает от логического устройства. В момент прохождения через катушку электрического импульса

вставленный в нее шарик поворачивается таким образом, что его белая сторона, обращенная к наблюдателю, меняется на черную.

При стирании информации на входы соответствующих столбцовых ключей подаются сигналы логического 0. Тогда через катушки пропускаются отрицательные импульсы тока, и шарики снова поворачиваются белой стороной к наблюдателю.

На рис. 11.12. показана схема оптронного блока, который используется в ограничителе напряжения холостого хода сварочных трансформаторов и выполняет функцию, аналогичную функции электромеханического реле. Ограничитель напряжения ограничивает на абсолютно безопасном уровне напряжение на сварочном электроде после погасания дуги и делает безопасной работу электросварщика. Оптронный блок повышает быстродействие ограничителя (по сравнению с реле), делает его работу надежной и устойчивой к помехам.

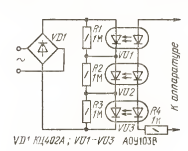
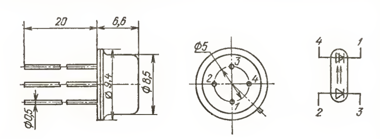


Рис. 11.12. Схема оптотронного блока для ограничителя напряжения холостого хода сварочных трансформаторов

11.2. ТИРИСТОРНЫЕ ОПТОПАРЫ В МЕТАЛЛОСТЕКЛЯННЫХ И ПЛАСТМАССОВЫХ КОРПУСАХ

АОУ103(А, Б, В) ЗОУ103(А, Б, В, Г, Д)

Оптопары тиристорные. Излучатель — арсенидогаллиевый диод; приемник — кремниевый фототиристор. Выпускаются в металлостеклянном корпусе. Масса не более 2 г.



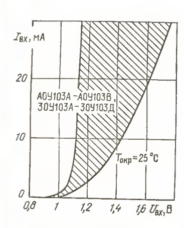
Электрические параметры при $T_{окр}=25$ °C

Входной ток срабатывания фототранзистора при $U_{вых}=10$ В, не более:	
3ОУ103В	10 мА
3ОУ103Д	15 мА
остальных типов	20 мА
Входной импульсный ток срабатывания при $\tau_и=10$ мкс, не более:	
3ОУ103А, 3ОУ103Б, 3ОУ103Г	80 ма
3ОУ103В	40 мА
3ОУ103Д	60 мА
Входное напряжение 3ОУ103В при $I_{вх}=10$ мА; 3ОУ103Д при $I_{вх}=15$ мА; 3ОУ103А, 3ОУ103Б, 3ОУ103Г при $I_{вх}=$ $=20$ мА, не более	2 В
Выходной ток при $U_{вых\,max}$, не более:	
АОУ103А, АОУ103Б, АОУ103В	100 мкА
3ОУ103А, 3ОУ103Б, 3ОУ103В, 3ОУ103Г, 3ОУ103Д	50 мкА
Выходной обратный ток при $U_{вых.обр.max}$, не более:	
АОУ103В	100 мкА
3ОУ103А — 3ОУ103Д	50 мкА
Выходное напряжение в открытом состоянии фототиристора при $I_{вых}=100$ мА, не более	2 В
Выходной удерживающий ток при $U_{вых}=10$ В, не более:	
АОУ103А, АОУ103Б, АОУ103В	10 мА
3ОУ103А, 3ОУ103Б, 3ОУ103В, 3ОУ103Г, 3ОУ103Д	6 мА
Выходной минимальный ток при подаче управляющего сигнала 3ОУ103А, 3ОУ103Б, 3ОУ103В, 3ОУ103Г, 3ОУ103Д	1 мА
Выходное минимальное прямое постоянное напряжение на фототиристоре в закрытом состоянии 3ОУ103А, 3ОУ103Б, 3ОУ103В, 3ОУ103Г, 3ОУ103Д	10 В
Время включения при подаче $I_{вкл.в}$, не более:	
АОУ103А, АОУ103Б, АОУ103В	15 мкс
3ОУ103А, 3ОУ103Б, 3ОУ103В, 3ОУ103Г, 3ОУ103Д	10 мкс
Время выключения при $I_{вых}=100$ мА и скорости спада выходного напряжения менее 5 В/мкс, не более:	
АОУ103А, АОУ103Б, АОУ103В	100 мкс
3ОУ103А, 3ОУ103Б, АОУ103В, АОУ103Г, АОУ103Д	35 м с
Сопротивление изоляции при максимальном напряжении, не менее:	
АОУ103А, АОУ103Б, АОУ103В	10^9 См
3ОУ103А, 3ОУ103Б, АОУ103В, АОУ103Г, АОУ103Д	$5\cdot10^8$ Ом
Проходная емкость, не более:	
АОУ103А, АОУ103Б, АОУ103В	3 пФ
3ОУ103А, 3ОУ103Б, 3ОУ103В, 3ОУ103Г, 3ОУ103Д	2,5 пФ
Выходная емкость, не более:	
АОУ103А, АОУ103Б, АОУ103В	20 пФ
3ОУ103А, 3ОУ103Б, 3ОУ103В, 3ОУ103Г, 3ОУ103Д	25 пФ

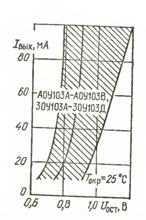
Предельные эксплуатационные данные

Входной постоянный или средний ток:	
АОУ103А, АОУ103Б, АОУ103В	55 мА
3ОУ103А, 3ОУ103Б, 3ОУ103В, 3ОУ103Г, 3ОУ103Д	30 мА
Входной импульсный ток при среднем токе не более 2 мА, $\tau_и=10$ мкс 3ОУ103А, 3ОУ103Б, 3ОУ103В, 3ОУ103Г, 3ОУ103Д	500 мА
Входной максимальный ток помехи:	
АОУ103А, АОУ103Б, АОУ103В	0,5 мА
3ОУ103А, 3ОУ103Б, 3ОУ103В, 3ОУ103Г, 3ОУ103Д	0,25 мА
Входное максимальное напряжение помехи 3ОУ103А, 3ОУ103Б, 3ОУ103В, 3ОУ103Г, 3ОУ103Д	0,5 В
Входное обратное напряжение	2 В
Выходной постоянный прямой ток:	
при $T_{окр} \leqslant 50$ °C	100 мА
при $T_{окр} = 70$ °C:	
АОУ103А, АОУ103Б, АОУ103В	20 мА
3ОУ103А, 3ОУ103Б, 3ОУ103В, 3ОУ103Г, 3ОУ103Д	30 мА
Выходной средний прямой ток при угле горения 90°:	
при $T_{окр} \leqslant 50$ °C	15 мА
при $T_{окр} = 70$ °C	5 мА
Выходной средний прямой ток при угле горения 180°:	
при $T_{окр} \leqslant 50$ °C	50 мА
при $T_{окр} = 70$ °C:	
АОУ103А, АОУ103Б, АОУ103В	10 мА
3ОУ103А, 3ОУ103Б, 3ОУ103В, 3ОУ103Г, 3ОУ103Д	15 мА
Выходной импульсный прямой ток при $\tau_и=50$ мкс 3ОУ103А, 3ОУ103Б, 3ОУ103В, 3ОУ103Г, 3ОУ103Д:	
при $T_{окр} \leqslant 50$ °C и $I_{вых.ср} = 10$ мА	500 мА
при $T_{окр} = 70$ °C и $I_{вых.ср} = 3$ мА	150 мА
Выходное постоянное прямое напряжение на фототиристоре в закрытом состоянии:	
АОУ103А, 3ОУ103А	50 В
3ОУ103Г	400 В
остальных типов	200 В
Выходное обратное постоянное напряжение:	
3ОУ103А	5 В
АОУ103В, 3ОУ103Б, 3ОУ103В, 3ОУ103Д	200 В
3ОУ103Г	400 В
Выходная мощность, рассеиваемая в фототиристоре, 3ОУ103А, 3ОУ103Б, 3ОУ103В, 3ОУ103Г, 3ОУ103Д:	
при $T_{окр} \leqslant 50$ °C	130 мВт
при $T_{окр} = 70$ °C	40 мВт
Скорость нарастания выходного напряжения, не более	5 В/мкс
Напряжение изоляции	500 В
Диапазон рабочей температуры окружающей среды	$-50 \div +70$ °C

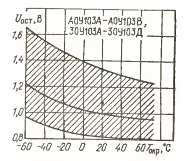
Примечание. Для АОУ103А, АОУ103Б подача обратного напряжения не допускается.



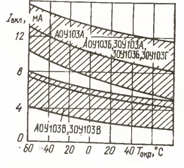
Прямая ветвь входной вольт-амперной характеристики (указана зона разброса)



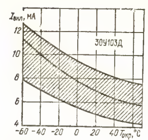
Выходная вольт-амперная характеристика в открытом состоянии оптопары (показаны зона разброса и усредненная кривая)



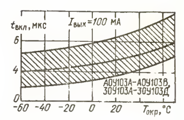
Температурная зависимость выходного остаточного напряжения (показаны зона разброса и усредненная кривая)



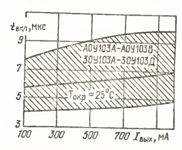
Температурная зависимость тока включения (показаны зона разброса и усредненные кривые)



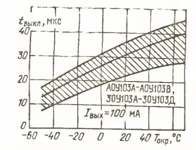
Температурная зависимость тока включения (показаны зона разброса и усредненная кривая)



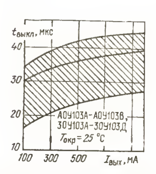
Температурная зависимость времени включения (показаны зона разброса и усредненная кривая)



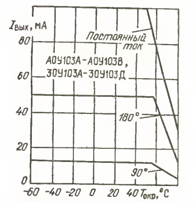
Зависимость времени включения от амплитуды выходного тока (показаны зона разброса и усредненная кривая)



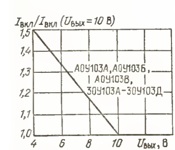
Температурная зависимость времени выключения (показаны зона разброса и усредненная кривая)



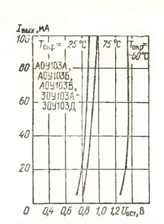
Зависимость времени выключения от амплитуды выходного тока (показаны зона разброса и усредненная кривая)



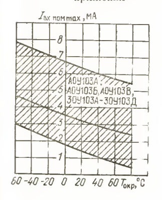
Зависимость выходного тока от температуры окружающей среды при различных значениях угла горения



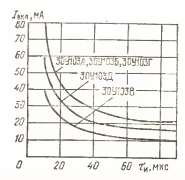
Зависимость входного тока включения (в относительных единицах) от выходного напряжения



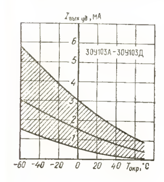
Типовые выходные характеристики в открытом состоянии



Зависимость максимального входного тока помехи от температуры окружающей среды (показаны зона разброса и усредненная кривая)



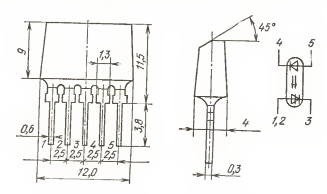
Зависимость тока включения от длительности импульса



Зависимость выходного удерживающего тока от температуры окружающей среды (показаны зона разброса и усредненная кривая)

АОУ115(А, Б, В)

Оптопары тиристориые. Излучатель — арсеиидогаллиевый диод инфракрасиого диапазона; приемиик — кремииевый *n-p-n-p*-фототиристор. Выпускаются в пластмассовом корпусе. Масса ие более 0,8 г.



Электрические параметры при $T_{окр}=25\,°C$

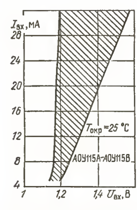
Ток включеиия при $U_{вых}=10$ В, ие более	20 мА
Входное напряжеиие при $I_{вх}=20$ мА, ие более . . .	2 В
Ток утечки иа выходе при $U_{вых.max}$, ие более	5 мкА
Обратиый ток утечки иа выходе при $U_{вых.обр max}$, ие более	5 мкА
Выходиое остаточиое иапряжеиие при $I_{вых}=100$ мА, не более	2,5 В
Выходиой удерживающий ток при $U_{вых}=10$ В, ие более .	10 мА
Выходиое мииимальиое прямое постояииое иапряжеиие (иа фототиристоре) в закрытом состояиии	10 В
Время включеиия при подаче $I_{вх.и}=100$ мА, ие более . .	10 мкс
Время выключения при подаче $I_{вх.и}=100$ мА, ие более .	200 мкс
Сопротивлеиие изоляции, измереииое при $U_{из}=500$ В, ие меиее	10^{11} Ом
Проходная емкость, не более	8 пФ

Предельные эксплуатационные данные

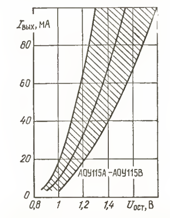
Входной постоянный ток	30 мА
Входной импульсный ток при $\tau_и = 1$ мс, $Q = 10$	60 мА
Входное максимальное напряжение помехи	0,6 В
Входное обратное напряжение	2 В
Выходной постоянный ток:	
при $T_{окр} \leqslant 25$ °С	100 мА
при $T_{окр} = 55$ °С	20 мА
Выходной средний прямой ток при угле проводимости:	
90°:	
при $T_{окр} \leqslant 25$ °С	15 мА
при $T_{окр} = 55$ °С	5 мА
180°:	
при $T_{окр} \leqslant 25$ °С	50 мА
при $T_{окр} = 55$ °С	10 мА
Выходное постоянное прямое напряжение (на фототиристоре) в закрытом состоянии:	
АОУ115А	50 В
АОУ115Б, АОУ115В	200 В
Выходное обратное постоянное напряжение АОУ115В (для АОУ115А, АОУ115Б подача выходного обратного напряжения не допускается)	200 В
Скорость нарастания выходного напряжения в закрытом состоянии, не более	0,75 В/мкс
Напряжение на изоляции	1500 В
Диапазон рабочей температуры окружающей среды	−45 ÷ +55°С

Примечания: 1. При применении оптопары в схеме необходимо включать шунтирующий резистор сопротивлением 10 кОм между управляющим и катодным выводами.

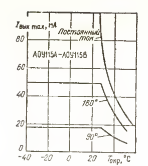
2. При приложении к изоляции оптопары внешнего напряжения более 100 В необходимо покрывать выводы оптопар, часть корпуса между выводами и места пайки лаком УР-231.



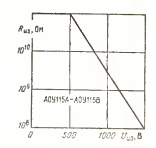
Входная характеристика (показана зона разброса)



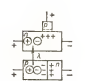
Зависимость выходного остаточного напряжения от выходного тока (показаны зона разброса и усредненная кривая)



Зависимость максимального выходного тока от температуры окружающей среды при различных углах горения



Зависимость сопротивления изоляции от приложенного напряжения изоляции



Раздел 12

ОПТОПАРЫ НА ОДНОПЕРЕХОДНЫХ ФОТОТРАНЗИСТОРАХ

12.1. ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ, ОСНОВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ, ПРИМЕНЕНИЕ

В качестве фотоприемного устройства в этой оптопаре используется однопереходный фототранзистор; излучателем служит диод из арсенида галлия или на основе тройного соединения.

Однопереходный транзистор (его иногда называют двухбазовый диод) представляет собой планарную кремниевую структуру с одним электронно-дырочным переходом и двумя выводами от базовой области перехода. При запертом переходе сопротивление базы между указанными двумя выводами (межбазовое сопротивление) большое (несколько килоом), так как область базы изготовлена из слаболегированного полупроводника.

Межбазовое сопротивление уменьшается при отпирании эмиттерного перехода внешним сигналом за счет модуляции сопротивления базы инжектированными носителями заряда. Особенностью однопереходного транзистора является то, что при определенных условиях состояние высокой проводимости участка эмиттер — база сохраняется и при снятии входного управляющего напряжения. При этом значительный ток эмиттера поддерживается при небольшом напряжении на участке эмиттер — база 2. Чтобы восстановить высокое сопротивление базовой области, необходимо выключить инжектирующий ток эмиттера или уменьшить его до уровня тока выключения.

Однопереходный фототранзистор конструктивно выполняется так, что основная доля излучения диода направлена на управляющий уча-

сток эмиттер — база 2. Возникающие при облучении полупроводника пары электронов и дырок разделяются полем эмиттерного перехода. Электроны уходят в p-область эмиттера, а дырки остаются в n-области базы, модулируя (уменьшая) ее сопротивление. Таким образом, воздействие облучения эквивалентно увеличению тока эмиттера. При некотором уровне облучения транзистор быстро переходит во включенное состояние.

Вольт-амперная характеристика однопереходного фототранзистора показана на рис. 12.1. При отсутствии облучения (входной ток оптопары равен нулю) эта характеристика совпадает с характеристикой обычного однопереходного транзистора. При небольших напряжениях эмиттер заперт и через него протекает лишь незначительный обратный ток утечки. При некотором напряжении эмиттерный переход отпирается, начинается модуляция межбазового сопротивления и на вольт-амперной характеристике появляется участок с отрицательным дифференциальным сопротивлением. Напряжение включения однопереходного транзистора

$$U_{вкл} \approx U_{Б1Б2}\eta,$$

где $U_{Б1Б2}$ — напряжение, приложенное между базами; η — коэффициент передачи транзистора.

Рис. 12.1. Вольт-амперная характеристика

Если на прибор подан входной ток и фототранзистор облучается светом, то напряжение включения значительно уменьшается, что и лежит в основе управления состоянием выходной цепи в данной оптопаре.

Параметры входной цепи оптопары аналогичны параметрам других оптопар с такими же диодами-излучателями.

Специфическими для данной оптопары являются следующие параметры:

выходной ток включения $I_{вых.вкл}$ — значение тока эмиттера, при котором происходит переход фототранзистора из закрытого состояния в открытое при отсутствии входного тока;

выходной ток выключения $I_{вых.выкл}$ — наименьшее значение тока эмиттера, при котором сохраняется открытое состояние транзистора при отсутствии входного тока;

выходное остаточное напряжение $U_{ост}$ — прямое напряжение на выводах эмиттер — база 2 при открытом транзисторе;

ток утечки эмиттерного перехода $I_{ут}$ — ток, протекающий в эмиттерной цепи при закрытом транзисторе и заданном межбазовом напряжении;

межбазовое сопротивление $R_{Б1Б2}$ — сопротивление между базами однопереходного транзистора при заданном межбазовом напряжении и отсутствии входного сигнала;

максимальный постоянный ток эмиттера $I_{э\,max}$ и максимальный импульсный ток эмиттера $I_{э\,и\,max}$ — токи, при которых обеспечивается заданная надежность при длительной работе;

максимальное межбазовое напряжение $U_{Б1Б2\,max}$ — напряжение,

при котором обеспечивается заданная надежность при длительной работе;

максимальное обратное напряжение эмиттер — база 2;

$U_{эБ2обрmax}$ — напряжение, при котором обеспечивается заданная надежность при длительной работе;

коэффициент передачи η — отношение напряжения включения эмиттера к приложенному межбазовому напряжению при отсутствии входного тока оптопары. Указывается также относительное изменение коэффициента передачи Δη (в процентах) при заданном постоянном входном токе оптопары;

время включения $t_{вкл}$ — интервал времени между входным импульсом тока на уровне 0,5 и током эмиттера на уровне 0,9 максимального значения.

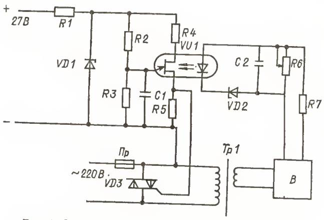


Рис. 12.2. Схема защиты выпрямителя от перегрузок

Однопереходные транзисторы часто используются в релаксационных генераторах. Вследствие этого параметром оптопары является максимальная частота генерации f_{max}, которая может быть получена при оптимальных условиях в релаксационном автогенераторе на однопереходном фототранзисторе.

Так же как и для других оптопар, указываются предельные режимы выходной цепи, в частности рассеиваемая транзистором мощность, а также параметры изоляции выходной цепи от входной. Структура однопереходного фототранзистора позволяет использовать кроме его основного включения еще два: в качестве фоторезистора и фотодиода.

В фоторезисторном режиме эмиттерный переход не подключается, используется эффект модуляции межбазового сопротивления входным током оптопары.

В фотодиодном режиме используется один эмиттерный переход транзистора.

При использовании оптопары в фоторезисторном режиме следует учитывать заметное изменение межбазового сопротивления при изменениях температуры прибора. При повышении температуры на 1 °С межбазовое сопротивление увеличивается на 0,1—0,9 %.

Основными схемами применения оптопар на однопереходных фототранзисторах являются одновибраторы и управляемые релаксационные генераторы.

На рис. 12.2 приведена схема устройства защиты выпрямителя от токовых перегрузок. Ждущий мультивибратор на оптопаре служит для выработки сигнала выключения питания при аварийной ситуации — резком увеличении потребляемого тока. При этом входной ток оптопары скачком возрастает за счет срабатывания стабилитрона *VD2*. Значение тока срабатывания регулируется изменением сопротивления резистора *R6*.

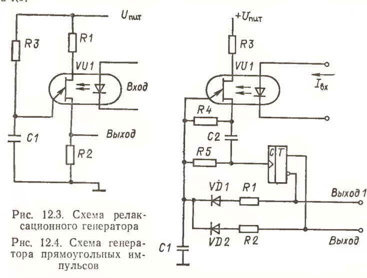


Рис. 12.3. Схема релаксационного генератора

Рис. 12.4. Схема генератора прямоугольных импульсов

Появление входного сигнала приводит к включению фототранзистора. Ток эмиттера протекает до тех пор, пока не разрядится конденсатор *C1*. По мере разряда конденсатора ток падает; когда он достигает уровня тока выключения, фототранзистор запирается. Ток разряда конденсатора *C1* включает мощный симметричный тиристор *VD3*, вследствие чего происходит короткое замыкание питающей сети и выгорание плавкого предохранителя. В результате источник питания отключается от сети.

Весьма перспективно использование оптопар на однопереходных фототранзисторах в генераторах с управлением параметрами колебаний путем изменения входного тока оптопары.

На рис. 12.3 показана схема релаксационного генератора, частота следования импульсов которого регулируется путем изменения входного тока оптопары. Длительность и скважность импульса определяются сопротивлением *R3* и емкостью *C1*.

На рис. 12.4 дана другая схема генератора с частотой, управляемой входным током оптопары. Для формирования выходных импульсов в ней используется триггер.

Приведенные генераторы могут использоваться в телеметрических устройствах для гальванической развязки чувствительного элемента от линии передачи данных.

12.2. СПРАВОЧНЫЕ ДАННЫЕ

АОТ102(А, Б, В, Г, Д, Е), 3ОТ102(А, Б, В, Г)

Оптопары на однопереходных фототранзисторах. Излучатель — арсенидогаллиевый диод; приемник — кремниевый однопереходный фототранзистор. Выпускаются в металлостеклянном корпусе. Масса не более 2 г.



Электрические параметры при $T_{окр}=25\ ^\circ C$

Входное напряжение при $I_{вх}=15$ мА, не более	2 В
Коэффициент передачи при $U_{Б1Б2}=10$ В:	
АОТ102А, 3ОТ102А	0,51—0,60
АОТ102Б, 3ОТ102Б	0,57—0,67
АОТ102В, 3ОТ102В	0,64—0,75
АОТ102Г, 3ОТ102Г	0,72—0,85
АОТ102Д	0,7—0,78
АОТ102Е	0,77—0,85
Изменение коэффициента передачи при $U_{Б1Б2}=10$ В, не менее:	
при $I_{вх}=15$ мА	15%
при $I_{вх}=40$ мА	30%
Выходной ток выключения при $U_{Б1Б2}=20$ В, не менее	1 мА
Выходное остаточное напряжение при $I_э=50$ мА, не более	4 В
Ток утечки эмиттерного перехода при $U_{Б1Б2}=30$ В, не более	1 мкА
Межбазовое сопротивление	4—12 кОм
Время включения при $I_э=50$ мА, не более	5 мкс
Частота генерации, не менее	200 кГц
Сопротивление изоляции, не менее	10^8 Ом

Предельные эксплуатационные данные

Входной постоянный ток	40 мА
Входной импульсный ток при $\tau_и=10$ мкс, $Q=200$	150 мА
Постоянный ток эмиттера	50 мА
Импульсный ток эмиттера при $\tau_и=10$ мкс, $Q=200$	1 А
Межбазовое напряжение	30 В
Обратное напряжение эмиттер — база 2	30 В

Рассеиваемая мощность:

при $T_{окр} \leqslant 35$ °С . . . . 300 мВт

при $T_{окр} = 70$ °С 3ОТ102А — 3ОТ102Е . . . . . 165 мВт

Напряжение изоляции:

при $T_{окр} \leqslant 35$ °С . . . . 500 В

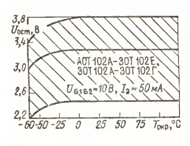
при $T_{окр} = 35 \div 70$ °С . . . . 200 В

Диапазон рабочей температуры окружающей среды:

АОТ102А, АОТ102Б, АОТ102В, АОТ102Г, АОТ102Д, АОТ102Е . . . . $-45 \div +55$ °С

3ОТ102А, 3ОТ102Б, 3ОТ102В, 3ОТ102Г . . . . $-60 \div +70$ °С

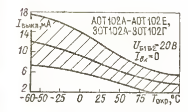
Примечание. Подача обратного напряжения на вход оптопары не допускается.



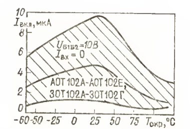
Зависимость выходного остаточного напряжения от температуры окружающей среды (показаны зона разброса и усредненная кривая)

1,0
$I_{ут}$, мкА
0,1
0,01
0
АОТ102А-3ОТ102Е,
3ОТ102А-3ОТ102Г
$U_{Б1Б2}$
$I_{вх}$=0
-60-50 -25 0 25 50 75 $T_{окр}$,°С

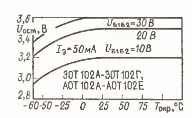
Зависимость выходного тока утечки от температуры окружающей среды (показаны зона разброса и усредненная кривая)



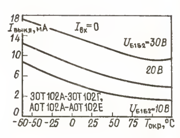
Зависимость тока выключения от температуры окружающей среды (показаны зона разброса и усредненная кривая)



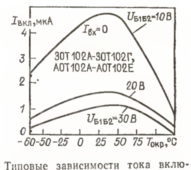
Зависимость тока включения от температуры окружающей среды (показаны зона разброса и усредненная кривая)



Типовые зависимости остаточного напряжения от температуры окружающей среды



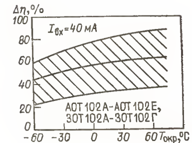
Типовые зависимости тока выключения от температуры окружающей среды



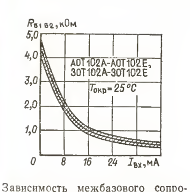
Типовые зависимости тока включения от температуры окружающей среды



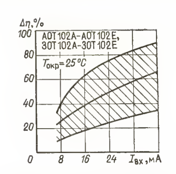
Зависимость максимального импульсного тока эмиттера от длительности импульсов и скважности



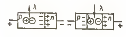
Зависимость относительного изменения коэффициента передачи от температуры окружающей среды (указаны зона разброса и усредненная кривая)



Зависимость межбазового сопротивления от входного тока (показаны зона разброса и усредненная кривая)



Зависимость относительного изменения коэффициента передачи от входного тока (показаны зона разброса и усредненная кривая)



Раздел 13
ОПТОПАРЫ С ОТКРЫТЫМ ОПТИЧЕСКИМ КАНАЛОМ

13.1. УСТРОЙСТВО, ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ И ОСНОВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ

Отличительным признаком оптопар с открытым оптическим каналом является возможность управления извне количеством излучения, попадающим от излучателя к фотоприемнику оптопары.

Излучателями, так же как и в других оптопарах, служат ИК-диоды, а фотоприемники выполняются на основе фоторезисторов или кремниевых фотодиодов.

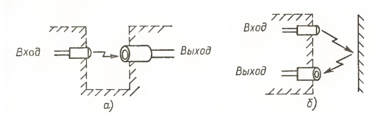


Рис. 13.1. Устройство оптопар с открытым оптическим каналом:
а — с прямым прохождением светового луча; *б* — с отражением луча от внешнего объекта

Существуют две разновидности оптопар с открытым оптическим каналом: с прямым прохождением лучей от излучателя к приемнику и с отражением лучей внешним объектом (рис. 13.1).

В первом случае излучатель и фотоприемник расположены напротив друг друга. В зазоре между ними помещается светонепроницаемая подвижная преграда, с помощью которой можно управлять световым потоком. Такую оптопару называют оптопрерывателем. Во втором случае оптические оси излучателя и фотоприемника расположены под некоторым углом или параллельно друг другу. При отсутствии отражающего объекта энергия, излучаемая светодиодом, рассеивается в пространстве, не попадая на окошко фотоприемника. При появлении объекта отраженный луч направляется на приемник, вследствие чего возникает электрический сигнал о появлении объекта с определенными свойствами.

Принципы работы излучателей и приемников оптопар были изложены ранее.

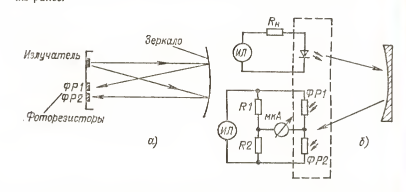


Рис. 13.2. Принцип работы оптопары с открытым оптическим каналом типов АОР113А и АОРС113А

а — ход лучей; *б* — измерительная схема

Как и для других оптопар, для рассматриваемых приборов даются параметры входной цепи — прямое напряжение и максимальные токи.

Оптопары типов АОР113А и АОРС113А представляют собой позиционно-чувствительные устройства, содержащие излучатель и дифференциальный фоторезистор, помещенный в общий металлический корпус с прозрачным окном для вывода генерируемого и приема отраженного излучения.

На рис. 13.2 показаны конструкция оптопары и траектория лучей, отраженных вогнутым зеркалом диаметром 20 и радиусом кривизны 50 мм. В зависимости от смещения оптической оси зеркала отраженный свет перераспределяется между фоторезисторами *ФР1* и *ФР2*, соответственно изменяя их сопротивления. Изменение сопротивления приводит к разбалансу измерительного моста постоянного тока и появлению тока на выходе. Описанное устройство используется в качестве позиционно-чувствительного датчика в системе автоматики для прецизионных станков с числовым программным управлением.

Основным параметром устройства является выходная позиционная чувствительность $П_{вых}$ — отношение приращения тока в диагонали измерительного моста к единице отклонения отражательного зеркала от начального положения.

Зависимость тока на выходе моста от смещения отражающего зеркала представляет собой позиционную характеристику оптопары. Для оптопары АОРС113А гарантируется позиционная чувствительность в двух взаимно перпендикулярных смещениях.

В оптопарах АОД111А используется принцип отражения света от внешнего объекта. Они содержат излучающий диод и два фотодиода. Конструкция оптопары показана на рис. 13.3. Выходная мощность излучателя составляет 0,2 мВт, чувствительность каждого фотодиода 350—400 мкА/мВт. Излучение выходит через окно в корпусе и после отражения от внешнего предмета возвращается к фотодиодам.

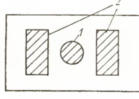


Рис. 13.3. Расположение излучателя *1* и фотоприемников *2* в оптопаре с открытым оптическим каналом типа АОД111А

Параметром, характеризующим чувствительность оптопары, является приращение выходного тока

$$\Delta I_{\text{вых}} = I_{\text{обр.вых2}} - I_{\text{обр.вых1}},$$

где $I_{\text{обр вых2}}$ — выходной обратный ток фотодиода при наличии отражающей поверхности; $I_{\text{обр.вых1}}$ — выходной обратный ток при отсутствии отражающей поверхности.

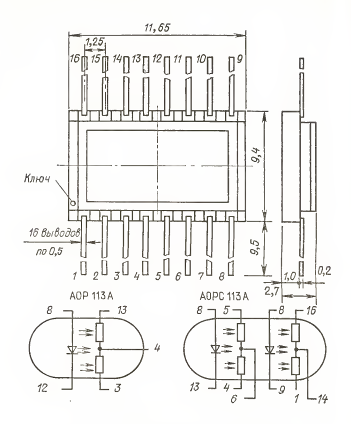
При определении чувствительности используется отражающая алюминиевая или медная пластинка с чисто обработанной поверхностью, располагающаяся непосредственно на оптическом окне оптопары.

13.2. СПРАВОЧНЫЕ ДАННЫЕ

АОР113А, АОРС113А

Оптопары резисторные с открытым оптическим каналом отражательного типа. Излучатель — арсенидогаллиевый диод; приемник — дифференциальный.

Предназначены для работы в качестве позиционно-чувствительных датчиков устройств автоматики, прецизионных металлообрабатывающих станков с числовым программным управлением. Для отражения лучей используются зеркала диаметром 20 и радиусом кривизны 50 мм. Выпускаются в металлическом корпусе со стеклянным окном. Масса 1 г.



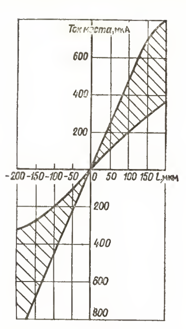
Основные параметры при $T_{окр}=25\,°C$

Позиционная чувствительность при $I_{вх}=10$ мА, напряжении на фоторезисторе 10 В и относительном световом отверстии 1 : 1,8, не менее	2 мкА/мкм
Число контролируемых координат:	
АОР113А	1
АОРС113А	2

Предельные эксплуатационные данные

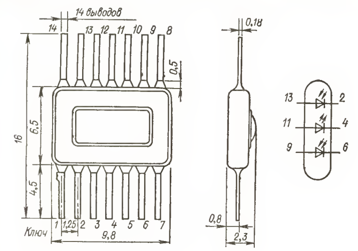
Входной ток каждой оптопары	20 мА
Выходное напряжение	20 В
Диапазон рабочей температуры окружающей среды . .	1—50 °С

Позиционная характеристика оптопар (указана зона разброса)



АОД111А

Оптопары диодные с открытым оптическим каналом отражательного типа. Излучатель — арсенидогаллиевый диод; приемник — кремниевый фотодиод.



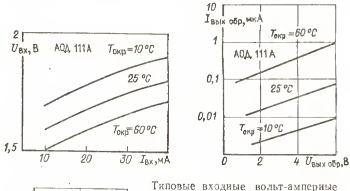
Предназначены для работы в качестве преобразователя в датчиках измерителей частоты и других параметров пульса. Масса 0,5 г.

Основные параметры при $T_{окр}=25\ ^\circ C$

Входное напряжение при $I_{вх}=10$ мА, не более . . .	2 В
Приращение выходного тока, не менее	1 мкА
Предельная рабочая частота	100 кГц

Предельные эксплуатационные данные

Входной средний ток	40 мА
Входной импульсный ток при $\tau_и=10$ мкс	100 мА
Выходное обратное напряжение	6 В
Диапазон рабочей температуры окружающей среды .	10—60 °C

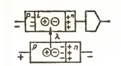


Типовые входные вольт-амперные характеристики

Зависимость выходного тока от обратного напряжения



Зависимость приращения выходного тока от обратного напряжения



Раздел 14
ОПТОЭЛЕКТРОННЫЕ ИНТЕГРАЛЬНЫЕ МИКРОСХЕМЫ

14.1. ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ И КЛАССИФИКАЦИЯ

Оптоэлектронными интегральными микросхемами (ОЭ ИМС) называют интегральные микросхемы, в которых реализована оптическая связь между отдельными узлами или компонентами с целью изоляции их друг от друга (гальванической развязки). В ОЭ ИМС кроме излучателя и фотоприемника содержатся элементы усиления сигнала, получаемого от фотоприемника или устройство формирования и обработки этого сигнала.

В частности, в логических ОЭ ИМС устройство обработки обеспечивает согласование оптико-электронного тракта с логическими ИМС по уровням сигналов, быстродействию, функциональным параметрам.

Отличительными особенностями ОЭ ИМС являются гальваническая развязка между входными и выходными цепями и однонаправленность распространения сигналов при практически полном отсутствии обратной связи с выхода на вход.

По функциональному назначению ОЭ ИМС можно классифицировать следующим образом:

оптоэлектронные переключатели, предназначенные для использования в качестве элементов гальванической развязки узлов и блоков и передачи логических сигналов;

оптоэлектронные коммутаторы аналоговых сигналов, предназначенные для переключения сигналов от измерительных датчиков, ключей аналоговых сигналов, модуляторов слабых сигналов постоянного тока;

оптоэлектронные реле, предназначенные для гальванической развязки сигнальных управляющих цепей от выходных цепей мощных исполнительных механизмов. Входные цепи этих ИМС обычно согласованы с типовыми логическими ИМС, а выходные параметры определяются свойствами исполнительных механизмов или мощных полупроводниковых ключей.

Функциональные оптоэлектронные микросхемы помимо гальванической развязки выполняют дополнительно некоторую логическую или генераторную функцию.

Состав параметров ОЭ ИМС определяется функциональным назначением микросхем; кроме параметров, определяющих свойства микросхем без оптической связи, в их состав входят еще специфические параметры, характерные для дискретных оптопар. Основные параметры ОЭ ИМС приводятся ниже:

входное напряжение логической 1 $U_{вх}^{1}$ — значение напряжения на входе ИМС, находящейся в состоянии логической 1;

входное напряжение логического 0 $U_{вх}^{0}$ — значение напряжения на входе ИМС, находящейся в состоянии логического 0;

минимальные напряжения включения $U_{вкл\,min}$ и выключения $U_{выкл\,min}$ — минимальные значения входного напряжения, при которых гарантируется включение или выключение микросхемы;

максимальные напряжения включения $U_{вкл\,max}$ и выключения

$U_{выкл.max}$ — максимальные значения входных включающего и выключающего напряжений, при которых обеспечивается надежная работа микросхемы;

максимальные обратные напряжения включения $U_{обр.вкл\ max}$ и выключения $U_{обр.выкл\ max}$ — максимальные значения обратного напряжения на входах включения и выключения, при которых обеспечивается надежная работа микросхемы;

входной ток срабатывания $I_{вх\ ср аб}$ и минимальный входной ток $I_{вх\ min}$ — значения токов, при которых гарантируется срабатывание микросхемы (переход из запертого состояния в отпертое);

максимально допустимое входное напряжение помехи $U_{вх.пом\ max}$ — максимальное значение напряжения помехи на входе микросхемы, при котором гарантируется сохранение логического состояния на выходе;

максимально допустимые напряжения помехи включения $U_{вкл.пом\ max}$ и выключения $U_{выкл.пом\ max}$ — максимальные значения напряжения помехи на входе включения или выключения, при которых обеспечивается надежная работа микросхемы;

ток включения $I_{вкл}$ — значение тока во входной цепи включения ИМС при заданном напряжении включения;

входной ток логической 1 $I^1_{вх}$ и входной ток логического 0 $I^0_{вх}$ — значения входных токов ИМС, находящейся в состоянии логической 1 или логического 0 соответственно;

максимальные длительности фронтов нарастания $I_{вх\ ф.нр\ max}$ и спада $I_{вх\ ф.сп\ max}$ входного импульса — максимальные временные значения, при которых гарантируются все оговоренные электрические параметры микросхемы;

выходное напряжение логической 1 $U^1_{вых}$ и выходное напряжение логического 0 $U^0_{вых}$ — значения напряжения на выходе логической ИМС, находящейся в состоянии логической 1 или логического 0 соответственно;

остаточное напряжение $U_{ост}$ — значение напряжения на выходе ИМС, находящейся во включенном состоянии при заданном значении входного тока включения;

максимальное коммутируемое напряжение $U_{ком\ max}$ — максимальное значение напряжения, коммутируемого на выходе микросхемы;

максимальные входное обратное напряжение $U_{вых.обр\ max}$ и напряжение в закрытом состоянии $U_{вых\ закр\ max}$ — максимальные значения напряжений на выходе микросхемы, при которых обеспечивается заданная надежность при длительной работе;

выходной темновой ток $I_{вых.т}$ и выходной ток утечки $I_{вых.ут}$ — токи, текущие в выходной цепи микросхемы при заданном значении коммутируемого напряжения и при отсутствии входного тока или при находящемся в закрытом состоянии фотоприемнике (для микросхем с фототиристорной развязкой);

выходной ток утечки между эмиттерами $I_{вых.ут.ээ}$ — значение тока в выходной цепи коммутатора аналоговых сигналов, содержащего двухэмиттерный модуляторный транзистор;

выходные токи удержания $I_{вых.уд}$ и срабатывания $I_{вых.ср аб}$ — значения выходных токов, при которых микросхема соответственно удерживается в открытом состоянии при отсутствии входного тока и переключается в открытое состояние при приложенном напряжении срабатывания и воздействии входного тока;

время задержки включения $t_{зд.вкл}$ и время задержки выключения

$t_{зд\,выкл}$ — интервал времени между моментами прохождения входного и выходного импульсов тока амплитудой 0,5 максимального значения при включении и выключении ИМС соответственно;

среднее время задержки распространения сигнала $t_{зд\,р.ср}$ — полусумма времен задержки включения и выключения;

максимально допустимая емкость нагрузки ИМС $C_{н.max}$ — емкость нагрузки, при которой обеспечивается заданное быстродействие ИМС.

Для различных типов ОЭ ИМС указывается целый ряд максимально допустимых входных токов. максимальный выходной ток $I_{вых\,max}$, максимальный выходной импульсный ток $I_{вых.и\,max}$, максимальный выходной средний ток $I_{вых.ср\,max}$, максимальный постоянный коммутируемый ток $I_{ком\,max}$, максимальный выходной ток логической 1 $I^1_{вых.max}$ максимальный выходной ток логического 0 $I^0_{вых.max}$ — в предельных эксплуатационных данных даются значения этих токов, протекающих на выходе микросхем, при которых гарантируется надежная работа прибора при длительной эксплуатации.

Дается ряд максимально допустимых для микросхем мощностей рассеяния: максимальная выходная рассеиваемая мощность $P_{вых\,max}$, максимальная средняя рассеиваемая мощность $P_{вых\,ср\,max}$, максимальная средняя рассеиваемая мощность оптоэлектронного канала $P_{ср\,max}$ — предельные значения мощностей рассеяния, при которых обеспечивается заданная надежность при длительной работе.

Указываются также следующие параметры: выходное сопротивление микросхемы в открытом состоянии $R_{вых.откр}$, максимально допустимые скорости нарастания выходного напряжения $(dU_{вых}/dt)_{max}$ и напряжения изоляции $(dU_{из}/dt)_{max}$ (для микросхем с фототиристорной развязкой), максимальная частота выходных импульсов $f_{вых\,max}$, статический коэффициент передачи тока K_I, сопротивление изоляции $R_{из}$ и максимально допустимое напряжение изоляции $U_{из\,max}$.

Для микросхем приводятся номинальные и предельные значения напряжения питания и потребляемых от источника питания токов в различных логических состояниях ИМС.

14.2. ОПТОЭЛЕКТРОННЫЕ ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛИ

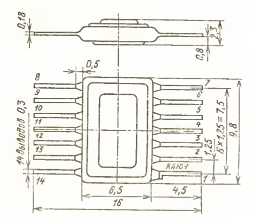
К249ЛП1(А, Б, В, Г), 249ЛП1(А, Б, В)

Оптоэлектронные переключатели-инверторы на основе диодных оптопар. Выпускаются в металлостеклянном корпусе. Масса 0,4 г.

Электрические параметры при $T_{окр} = 25\,°C$

Входное напряжение при $I_{вх} = 10$ мА, не более	1,5 В
Минимальный входной ток:	
К249ЛП1А, 249ЛП1А	5 мА
К249ЛП1Б, К249ЛП1В, 249ЛП1Б, 249ЛП1В	8 мА
К249ЛП1Г	12 мА
Выходное напряжение логической 1 при $I_{вх} = 10$ мА, не более	0,3 В
Время задержки включения, не более:	
К249ЛП1А, 249ЛП1А	500 нс
К249ЛП1Б, 249ЛП1Б	300 нс
К249ЛП1В, К249ЛП1Г, 249ЛП1В	1000 нс
Время задержки выключения, не более:	

К249ЛП1А, 249ЛП1А	500 нс
К249ЛП1Б, 249ЛП1Б	300 нс
К249ЛП1В, К249ЛП1Г, 249ЛП1В	1000 нс
Сопротивление изоляции, не менее	10^9 Ом
Проходная емкость, не более	2 пФ



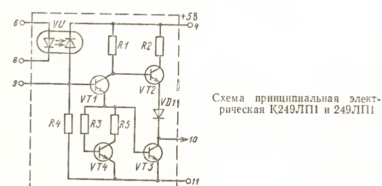
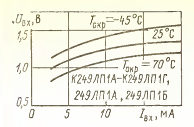


Схема принципиальная электрическая К249ЛП1 и 249ЛП1

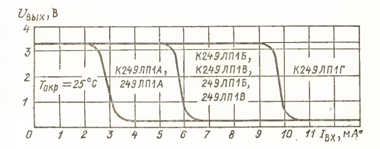
Предельные эксплуатационные данные

Входной постоянный или средний ток	20 мА
Входной импульсный ток при $\tau_и = 10$ мкс	100 мА
Входное обратное напряжение	3,5 В
Напряжение питания	$(5 \pm 0,25)$ В
Выходной ток при логической 1	1,5 мА
Выходной ток при логическом 0	1,8 мА
Напряжение изоляции	100 В
Диапазон рабочей температуры окружающей среды:	
К249ЛП1А, К249ЛП1Б, К249ЛП1В, К249ЛП1Г .	$-45 \div +70$ °С
249ЛП1А, 249ЛП1Б, 249ЛП1В	$-60 \div +70$ °С



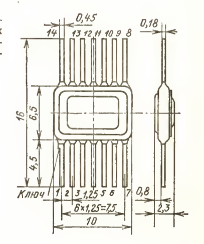
Типовые входные характеристики

Типовые передаточные характеристики



249ЛП3(А, Б, В)

Оптоэлектронные переключатели-инверторы на основе диодных оптопар. Выпускаются в металлостеклянном корпусе. Масса не более 0,5 г.



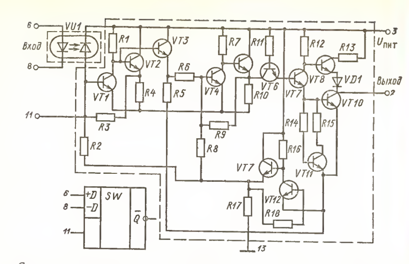


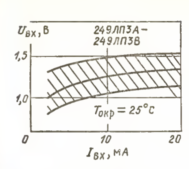
Схема принципиальная электрическая и графическое обозначение 249ЛП3

Электрические параметры при $T_{окр}=25$ °С

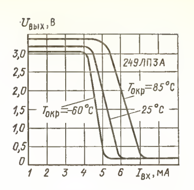
Входное напряжение при $I_{вх}=10$ мА	1—1,7 В
Минимальный входной ток:	
249ЛП3А	8 мА
249ЛП3Б, 249ЛП3В	10 мА
Выходное напряжение логического 0 при $I^0_{вых}=16$ мА, не более	0,4 В
Выходное напряжение логической 1 при $I^1_{вых}=0{,}25$ мА, не менее	2,4 В
Потребляемая мощность	100 мВт
Время задержки включения и выключения, не более:	
249ЛП3А	100 нс
249ЛП3Б	70 нс
249ЛП3В	200 нс
Сопротивление изоляции, не менее	10^9 Ом
Проходная емкость, не более	2 пФ
Статическая помехоустойчивость	0,25 мА

Предельные эксплуатационные данные

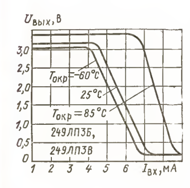
Напряжение питания микросхемы	(5±0,5) В
Входной постоянный или средний ток:	
при $T_{окр}\leq 70$ °С	20 мА
при $T_{окр}=85$ °С	4 мА
Входной импульсный ток при $\tau_и \leq 10$ мкс	100 мА
Входное обратное напряжение	3,5 В
Выходной ток в состоянии логического 0	16 мА
Выходной ток в состоянии логической 1	0,8 мА
Диапазон рабочей температуры окружающей среды	—60÷+85 °С



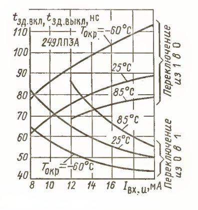
Входная характеристика (показаны зона разброса и усредненная кривая)



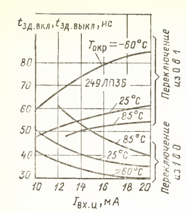
Типовые передаточные характеристики



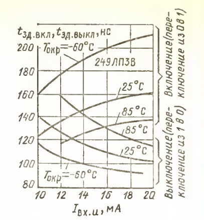
Типовые передаточные характеристики



Типовые зависимости времени включения и выключения от амплитуды входного импульсного тока



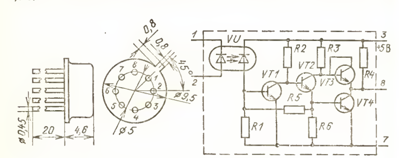
Типовые зависимости времени включения и выключения от амплитуды входного импульсного тока



Типовые зависимости времени включения и выключения от амплитуды входного импульсного тока

К262КП1(А, Б), 262КП1(А, Б)

Оптоэлектронные переключатели с усилителями на основе диодных оптопар. Выпускаются в металлостеклянном корпусе. Масса не более 1,3 г.



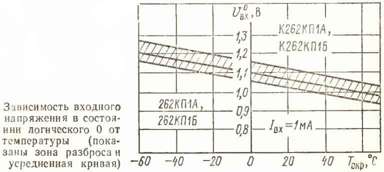
Электрические параметры при $T_{окр} = 25$ °С

Входной ток логической 1	10 мА
Входной ток логического 0	0,5 мА
Входное напряжение логической 1:	
К262КП1А, К262КП1Б, не более	1,4 В
262КП1А	0,95—1,35 В
262КП1Б	0,95—1,7 В

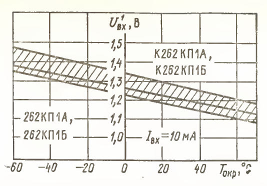
Входное напряжение логического 0, не более . . .	0,7 В
Выходное напряжение логической 1 при $I^1_{вых}=1$ мА, не менее . . .	2,3 В
Выходное напряжение логического 0 при $I^0_{вых}=10$ мА, не более . . .	0,3 В
Ток потребления при логической 1 . . .	2 мА
Ток потребления при логическом 0 . . .	8 мА
Время задержки включения и выключения при емкости нагрузки 40 пФ, не более:	
К262КП1А, 262КП1А . . .	700 нс
К262КП1Б, 262КП1Б . . .	350 нс
Сопротивление изоляции, не менее:	
К262КП1А, К262КП1Б . . .	10^8 Ом
262КП1А, 262КП1Б . . .	$5\cdot10^8$ Ом
Проходная емкость, не более . . .	5 пФ
Емкость нагрузки, не более . . .	40 пФ

Предельные эксплуатационные данные

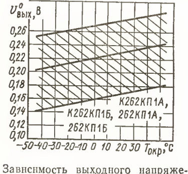
Входной постоянный или средний ток . . .	15 мА
Входной импульсный ток:	
при $\tau_и=10$ мс, $Q=2$ . . .	20 мА
при $\tau_и=0{,}1$ мс, $Q=10$ . . .	30 мА
Входное обратное напряжение:	
К262КП1А, К262КП1Б . . .	2 В
262КП1А, 262КП1Б . . .	3,5 В
Напряжение питания . . .	(5±0,5) В
Выходной ток при логической 1 . . .	1 мА
Выходной ток при логическом 0. . . .	10 мА
Напряжение изоляции . . .	100 В
Скорость нарастания напряжения изоляции:	
К262КП1А, К262КП1Б . . .	10 В/мкс
262КП1А, 262КП1Б . . .	15 В/мкс
Максимальная длительность фронта нарастания входного импульса . . .	100 нс
Максимальная длительность спада входного импульса	100 нс
Диапазон рабочей температуры окружающей среды:	
К262КП1А, К262КП1Б . . .	−45 ÷ +55 °С
262КП1А, 262КП1Б . . .	−60 ÷ +70 °С



Зависимость входного напряжения в состоянии логического 0 от температуры (показаны зона разброса и усредненная кривая)



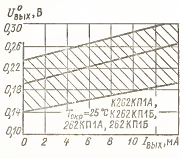
Зависимость входного напряжения в состоянии логической 1 от температуры (показаны зона разброса и усредненная кривая)



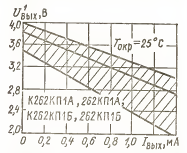
Зависимость выходного напряжения в состоянии логического 0 от температуры (показаны зона разброса и усредненная кривая)



Зависимость выходного напряжения в состоянии логической 1 от температуры (показаны зона разброса и усредненная кривая)

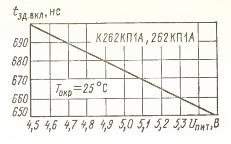


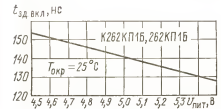
Выходная вольт-амперная характеристика в состоянии логического 0 (показаны зона разброса и усредненная кривая)



Выходная вольт-амперная характеристика в состоянии логической 1 (показаны зона разброса и усредненная кривая)

Типовая зависимость времени задержки включения от напряжения питания





Типовая зависимость времени задержки включения от напряжения питания

К293ЛП1(А, Б)

Оптоэлектронные переключатели-инверторы на основе диодных оптопар. Выпускаются в пластмассовом корпусе. Масса не более 1 г.

Электрические параметры при $T_{окр}=25\ °C$

Входной ток срабатывания:	
К293ЛП1А	3 мА
К293ЛП1Б	8 мА
Входное напряжение при $I_{вх}=10$ мА	1,1—1,5 В
Выходное напряжение в состоянии логического 0 при $I^0_{вых}=16$ мА, не более	0,4 В
Выходное напряжение в состоянии логической 1 при $I^1_{вых}=0,8$ мА, не менее	2,4 В
Время задержки распространения сигнала при включении и выключении, не более:	
К293ЛП1А	0,5 мкс
К293ЛП1Б	1 мкс
Проходная емкость, не более	1,7 пФ
Сопротивление изоляции, не менее	10^{12} Ом

Предельные эксплуатационные данные

Напряжение питания	(5±0,5) В
Входной постоянный ток	20 мА
Входной импульсный ток при $\tau_и=10$ мкс, $Q=2$	100 мА
Входное обратное напряжение	3,5 В
Напряжение изоляции	100 В
Диапазон рабочей температуры окружающей среды	−10÷+70 °C

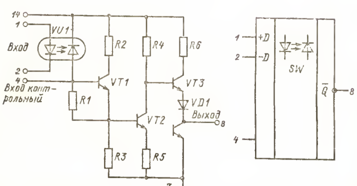
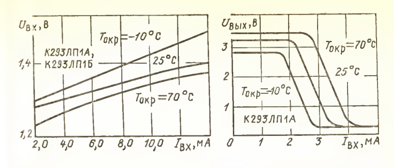
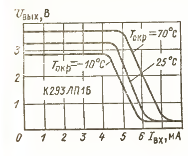


Схема принципиальная электрическая и графическое обозначение К293ЛП1А, К293ЛП1Б





Типовые входные вольт-амперные характеристики

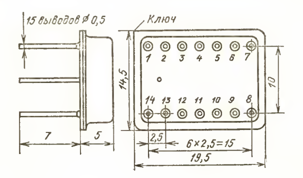
Типовые характеристики переключения

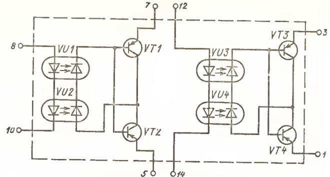
Типовые характеристики переключения

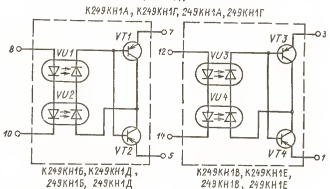
14.3. ОПТОЭЛЕКТРОННЫЕ КОММУТАТОРЫ

К249КН1(А, Б, В, Г, Д, Е), 249КН1(А, Б, В, Г, Д, Е)

Оптоэлектронные коммутаторы аналоговых сигналов на основе диодных оптопар. Выпускаются в металлостеклянном корпусе. Масса 4,5 г.







Разновидности электрических схем

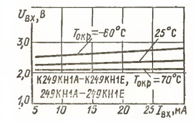
Электрические параметры при $T_{окр}=25$ °С

Входное напряжение при $I_{вх}=20$ мА, не более	3,5 В
Выходное сопротивление в открытом состоянии при $I_{вх}=20$ мА, не более	200 Ом
при $T_{окр}=70$ °С	300 Ом
при $T_{окр}=-60$ °С	400 Ом
Выходной ток утечки между эмиттерами при отсутствии входного тока и $U_{ком}=30$ В, не более:	
К249КН1А, К249КН1Б, К249КН1В, К249КН1Г, К249КН1Д, К249КН1Е	100 нА
249КН1А, 249КН1Б, 249КН1В, 249КН1Г, 249КН1Д, 249КН1Е	50 нА
Выходное остаточное напряжение при $I_{вх}=20$ мА, не более	200 мкВ
при $T_{окр}=70$ °С	300 мкВ
при $T_{окр}=-60$ °С	700 мкВ
Время включения	10 мкс
Время выключения	10 мкс
Сопротивление изоляции	10^9 Ом
Проходная емкость	5 пФ

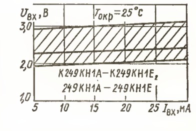
Число действующих оптических каналов:
К249КН1А, К249КН1Г, 249КН1А, 249КН1Г . . . 2
К249КН1Б, К249КН1В, К249КН1Д, К249КН1Е, 249КН1Б, 249КН1В, 249КН1Д, 249КН1Е . . . 1

Предельные эксплуатационные данные

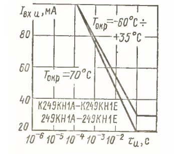
Входной постоянный или средний ток при $T_{окр} \leqslant 35$ °С	30 мА
Входной импульсный ток при $\tau_и = 10$ мкс, $Q = 5$ . . .	100 мА
Входное обратное напряжение	3,5 В
Коммутируемое напряжение	30 В
Коммутируемый ток	500 мкА
Напряжение изоляции	100 В
Диапазон рабочей температуры окружающей среды .	−60÷+70 °С



Типовые входные вольт-амперные характеристики



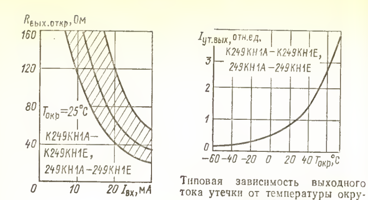
Входная вольт-амперная характеристика (показаны зона разброса и усредненная кривая)



Зависимость максимального импульсного тока от длительности импульса



Типовая зависимость времени включения и выключения от температуры окружающей среды

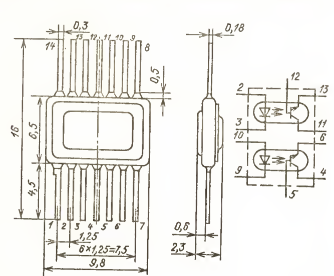


Типовая зависимость выходного тока утечки от температуры окружающей среды

Зависимость выходного сопротивления в открытом состоянии от входного тока (показаны зона разброса и усредненная кривая)

К249КП1, К249КП2, 249КП1

Оптоэлектронные коммутаторы на основе транзисторных оптопар. Выпускаются в металлостеклянном корпусе. Масса не более 1 г.



Электрические параметры при $T_{окр}=25$ °С

Входное напряжение при $I_{вх}=10$ мА, не более:	
249КП1	1,3 В
К249КП1, К249КП2	1,5 В
Коэффициент передачи по току при $I_{вх}=10$ мА, $U_{вых}=10$ В, $R=1200$ Ом, не менее	0,5
Напряжение насыщения на выходе при $I_{вх}=10$ мА, $I_{ком}=2$ мА, не более	0,4 В
Выходной темновой ток при $U_{ком}=30$ В, не более:	
при $T_{окр}=25$ °С	10 мкА
при $T_{окр}\leqslant 85$ °С 249КП1	100 мкА
при $T_{окр}\leqslant 55$ °С К249КП1, К249КП2	100 мкА
Время задержки включения при $I_{вх}=10$ мА, $f=10$ кГц, не более:	
при $\tau_{и.вх}=5$ мкс, $U_{ком}=10$ В, $R_{н}=100$ Ом	4 мкс
при $\tau_{и.вх}=10$ мкс, $I_{ком}=2$ мА, $R_{н}=1000$ Ом	8 мкс
Время задержки выключения при $I_{вх}=10$ мА, $f=10$ кГц, не более:	
при $\tau_{и.вх}=5$ мкс, $U_{ком}=10$ В, $R=100$ Ом	4 мкс
при $\tau_{и.вх}=10$ мкс, $I_{ком}=2$ мА, $R_{н}=1000$ Ом	25 мкс
Сопротивление изоляции, не менее	$5\cdot10^{8}$ Ом
Проходная емкость 249КП1, не более	5 пФ

Входные вольт-амперные характеристики (показаны зоны разброса)

Входные вольт-амперные характеристики (показаны зоны разброса)

Предельные эксплуатационные данные

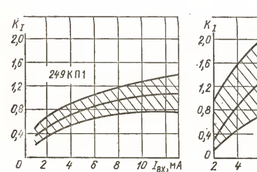
Входной постоянный или средний ток	10 мА
Входной импульсный ток:	
при $\tau_{и}=10$ мс, $Q=2$	15 мА
при $\tau_{и}=0,1$ мс, $Q=10$	20 мА
Входное обратное напряжение	3,5 В

Средняя рассеиваемая мощность одного канала:

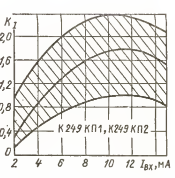
при $T_{окр}=55\,°C$	34 мВт
при $T_{окр}=85\,°C$ 249КП1	17 мВт
Коммутируемое напряжение	30 В
Постоянный коммутируемый ток	5 мА
Напряжение изоляции	100 В

Диапазон рабочей температуры окружающей среды:

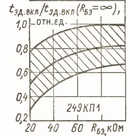
249КП1	$-60 \div +85\,°C$
К249КП1, К249КП2	$-45 \div +55\,°C$



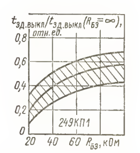
Зависимость коэффициента передачи тока от входного тока (показаны зона разброса и усредненная кривая)



Зависимость коэффициента передачи тока от входного тока (показаны зона разброса и усредненная кривая)

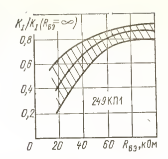


Зависимость времени задержки включения (в относительных единицах) от сопротивления, шунтирующего эмиттерный переход фототранзистора (показаны зона разброса и усредненная кривая)



Зависимость времени задержки выключения (в относительных единицах) от сопротивления, шунтирующего эмиттерный переход фототранзистора (показаны зона разброса и усредненная кривая)

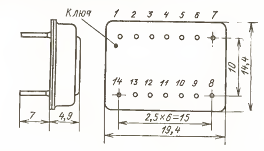
Зависимость коэффициента передачи тока (в относительных единицах) от сопротивления, шунтирующего эмиттерный переход фототранзистора (показаны зона разброса и усредненная кривая)



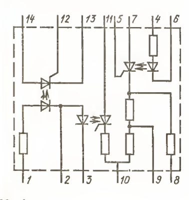
14.4. ОПТОЭЛЕКТРОННЫЕ РЕЛЕ

К295КТ1(А, Б, В, Г), 295КТ1(А, Б, В, Г)

Оптоэлектронные реле постоянного тока, изготовляемые на основе тиристорных оптопар по пленочной технологии. Выпускаются в металлостеклянном корпусе. Масса не более 4 г.



Предназначены для коммутации цепей постоянного тока с гальванической развязкой.

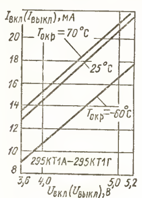


Принципиальная электрическая схема К295КТ1, 295КТ1:

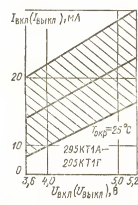
1 и *3* — вход включения; *4* и *6* — вход выключения; *14* — «+» $U_{пит}$; *10* — «—» $U_{пит}$; *13* — выход к нагрузке

Электрические параметры при $T_{окр}=25$ °C

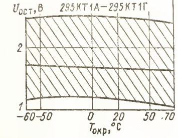
Минимальное напряжение включения и выключения, не более:	
К295КТ1А, К295КТ1Б, К295КТ1В, К295КТ1Г . . .	4,6 В
295КТ1А, 295КТ1Б, 295КТ1В, 295КТ1Г	3,6 В
Ток включения и выключения при $U_{вкл}=3{,}6$ В 295КТ1А, 295КТ1Б, 295КТ1В, 295КТ1Г	20 мА
Выходное остаточное напряжение	2,5 В
Минимальный выходной ток, не более	15 мА
Выходной ток утечки, не более:	
К295КТ1А, К295КТ1Б, К295КТ1В, К295КТ1Г . . .	50 мкА
295КТ1А, 295КТ1Б, 295КТ1В, 295КТ1Г	10 мкА
Сопротивление изоляции, не менее	10^8 Ом



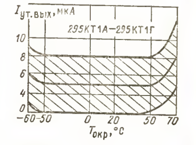
Типовые зависимости тока включения (выключения) от напряжения включения (выключения)



Зависимость тока включения (выключения) от напряжения включения (выключения) (показаны зона разброса и усредненная кривая)



Зависимость остаточного напряжения от температуры окружающей среды (показаны зона разброса и усредненная кривая)

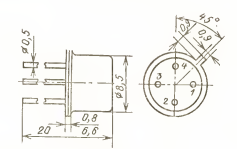


Зависимость выходного тока утечка от температуры окружающей среды (показаны зона разброса и усредненная кривая)

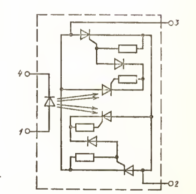
Предельные эксплуатационные данные

Напряжение включения и выключения	5,25 В
Обратное напряжение включения и выключения	0,5 В
Напряжение помехи включения и выключения	1 В
Напряжение питания:	
К295КТ1А, 295КТ1А	(12±1,2) В
К295КТ1Б, 295КТ1Б	(27±2,7) В
К295КТ1В, 295КТ1В	(48±4,8) В
К295КТ1Г, 295КТ1Г	(100±10) В
Выходной ток:	
К295КТ1А, К295КТ1Г	50 мА
К295КТ1Б, К295КТ1В	100 мА
Выходной импульсный ток при $\tau_и$=100 мкс и уменьшении выходного тока к моменту выключения до 50 мА	500 мА
Выходное обратное напряжение	5 В
Скорость нарастания напряжения питания, не более	50 В/мкс
Частота выходных импульсов	400 Гц
Напряжение изоляции	100 В
Диапазон рабочей температуры окружающей среды:	100 В
К295КТ1А, К295КТ1Б, К295КТ1В, К295КТ1Г	−45÷+55 °С
295КТ1А, 295КТ1Б, 295КТ1В, 295КТ1Г	−60÷+70 °С

415КТ1(А, Б)



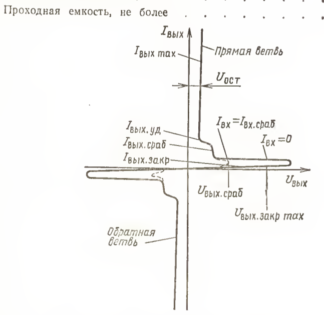
Оптоэлектронные реле на основе тиристорных оптопар для управления тиристорами средней мощности. Выпускаются в металлостеклянном корпусе. Масса не более 1,7 г.



Принципиальная электрическая схема 415КТ1А, 415КТ1Б

Электрические параметры при $T_{окр}=25$ °C

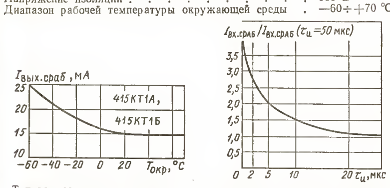
Входной ток срабатывания, не более	15 мА
Входное напряжение при $I_{вх}=15$ мА, не более	1,8 В
Выходной ток срабатывания при $I_{вх}=15$ мА, не более .	5 мА
Выходной ток удержания, не более	15 мА
Выходной ток в закрытом состоянии, не более:	
при $U_{вых}=50$ В 415КТ1А	1 мкА
при $U_{вых}=100$ В 415КТ1Б	1 мкА
Выходное напряжение срабатывания при $I_{вх}=15$ мА, не более	12 В
Выходное остаточное напряжение при $I_{вых}=200$ мА, не более	3,5 В
Время включения, не более	10 мкс
Время выключения, не более	140 мкс
Сопротивление изоляции, не менее	10^9 Ом
Проходная емкость, не более	10 пФ

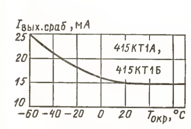


Выходная характеристика 415К1А, 415К1Б

Предельные эксплуатационные данные

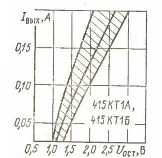
Входной постоянный или средний ток	35 мА
Входной импульсный ток:	
при $\tau_и = 1$ мс, $Q = 10$	60 мА
при $\tau_и = 10$ мс, $Q = 2$	40 мА
Входное напряжение помехи	0,6 В
Входное обратное напряжение	2 В
Выходной средний ток	30 мА
Выходное напряжение в закрытом состоянии:	
415КТ1А	50 В
415КТ1Б	100 В
Выходная рассеиваемая мощность	60 мВт
Скорость нарастания выходного напряжения	0,5 В/мкс
Частота выходного напряжения в закрытом состоянии	400 Гц
Напряжение изоляции	500 В
Диапазон рабочей температуры окружающей среды	$-60 \div +70$ °C



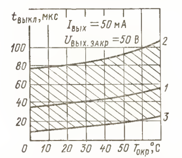


Типовая зависимость выходного тока срабатывания от температуры окружающей среды

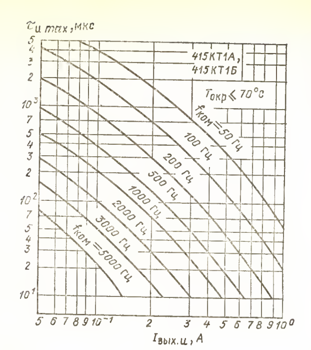
Зависимость входного импульсного тока срабатывания (в относительных единицах) от длительности импульса



Зависимость остаточного напряжения от выходного тока (показаны зона разброса и усредненная кривая)



Зависимость времени выключения от температуры окружающей среды (показаны зона разброса и усредненная кривая)



Зависимость максимальной длительности импульса выходного тока от амплитуды выходного импульса и частоты коммутации

14.5. ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ОПТОЭЛЕКТРОННЫЕ МИКРОСХЕМЫ

К295АГ1(А, Б, В, Г, Д)

Оптоэлектронные одновибраторы на основе тиристорных оптопар. Выпускаются в металлостеклянном корпусе. Масса не более 2,5 г.

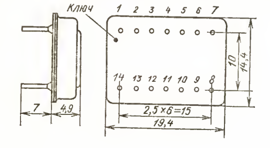
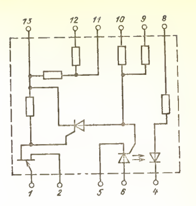


Схема принципиальная электрическая К295АГ1А—К295АГ1Д:

4 и 8 — вход; 6 — «+» $U_{пит}$; 12 — «—» $U_{пит}$; 5 — выход к нагрузке; 9 и 1 — для присоединения резистора задающего длительность выходного импульса; 1 и 13 — для присоединения конденсатора, задающего длительность выходного импульса



Электрические параметры при $T_{окр}$=25 °С

Минимальное напряжение включения, не более	3,6 В
Ток включения, не более	25 мА
Выходное остаточное напряжение, не более	2,5 В
Выходной ток утечки, не более	10 мкА
Время включения, не более	50 мкс
Сопротивление изоляции	10^8 Ом

Предельные эксплуатационные данные

Напряжение включения	5,25 В
Напряжение питания:	
К295АГ1А	(12±1,2) В
К295АГ1Б, К295АГ1В	(27±2,7) В
К295АГ1Г, К295АГ1Д	(48±4,8) В
Выходной импульсный ток при $\tau_и$=2 мкс, $T_{окр}\leqslant$35 °С:	
К295АГ1А, К295АГ1Б	50 мА
К295АГ1В, К295АГ1Г	100 мА
К295АГ1Д	200 мА
Рассеиваемая мощность при $T_{окр}\leqslant$35 °С	500 мВт
Скорость нарастания напряжения питания	50 В/мкс
Напряжение изоляции	100 В
Диапазон рабочей температуры окружающей среды .	−10÷+55 °С

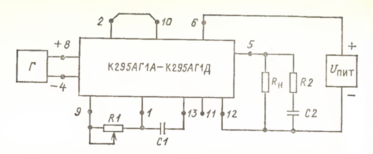
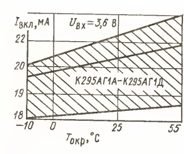
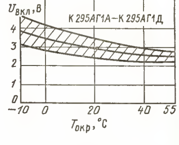


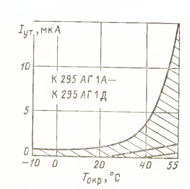
Схема включения оптоэлектронного одновибратора (сделанные на схеме соединения даны для $U_{пит}$=48 В). При напряжении 27 В необходимо соединить выводы *11* и *12*, при напряжении 12 В — выводы *11* и *13*



Зависимость тока включения от температуры окружающей среды (показаны зона разброса и усредненная кривая)



Зависимость напряжения включения от температуры окружающей среды (показаны зона разброса и усредненная кривая)



Зависимость тока утечки от температуры окружающей среды (показаны зона разброса и усредненная кривая)

Раздел 15

ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ МИКРОСХЕМЫ С УСТРОЙСТВАМИ УПРАВЛЕНИЯ ИНДИКАЦИЕЙ

15.1. НАЗНАЧЕНИЕ И ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ

Данный класс приборов включает в себя как монолитные полупроводниковые микросхемы, так и гибридные модули, собранные на миниатюрных платах. Предназначены для функциональной обработки информации и дальнейшего преобразования ее в сигналы управления индикацией (чаще эти приборы включают в себя встроенные индикаторы для визуального отображения результата). В состав этих приборов могут входить счетчики, дешифраторы, компараторы, регистры и индикаторы на основе светодиодных структур.

Состав параметров функциональных микросхем со встроенной индикацией определяется их назначением и аналогичен параметрам функционально подобных микросхем без индикации, к которым еще добавляются параметры, характеризующие работу встроенных светоизлучателей.

Основные параметры следующие:

входной ток $I_{вх}$ и входное напряжение микросхем $U_{вх}$ — значения соответственно тока и напряжения на входе микросхемы в заданном режиме;

входные токи в состоянии логического 0 $I^0_{вх}$ и логической 1 $I^1_{вх}$ — значения токов на входе микросхемы в соответствующих логических состояниях;

входное сопротивление $R_{вх}$ — активное сопротивление, измеренное на входе индикатора уровня сигнала;

напряжение срабатывания $U_{сраб}$ — входное напряжение, при котором происходит включение очередного светодиода (у индикатора уровня);

выходные напряжения в состоянии логического 0 $U^0_{вых}$ и логической 1 $U^1_{вых}$ — значения напряжений на выходе микросхемы в соответствующих логических состояниях;

максимальная частота счета $f_{сч\,max}$ — указывается для микросхем счетчиков;

коэффициент неравномерности амплитудно-частотной характеристики $K_{нрАЧХ}$ — отношение максимального значения выходного напряжения микросхемы к минимальному значению в заданном диапазоне частотной полосы пропускания;

время задержки включения $t_{зд\,вкл}$ и выключения $t_{зд\,выкл}$ — интервалы времени соответственно от начала входного импульса до момента возрастания выходного импульса до уровня 0,9 максимального значения и от момента окончания входного импульса до момента спада выходного импульса до уровня 0,1 максимального значения;

указываются также следующие параметры: ток индикации $I_{инд}$ — значение тока, потребляемого индикатором; ток потребления микросхе-

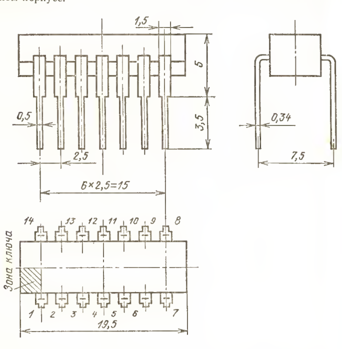
мы $I_{потр}$ (без учета тока, потребляемого схемой индикации); напряжение питания микросхемы $U_{пит}$ и напряжение индикации $U_{инд}$.

Кроме того, даются световые параметры, характеризующие работу встроенных индикаторов: сила света I_v или яркость свечения цифр L.

15.2. СПРАВОЧНЫЕ ДАННЫЕ

К176ИЕ3

Счетчики импульсов по модулю 6 с дешифратором, преобразующим двоичный код в сигналы 7-сегментного кода. Изготавливаются на основе кремниевых КМОП-структур. Выпускаются в пластмассовом 14-выводном корпусе.



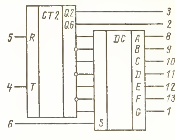
Предназначены для счета импульсов и управления 7-сегментными цифро-буквенными индикаторами. Масса 1 г.

Назначение выводов: T — счетный вход; R — вход установки в нулевое состояние; S — управляющий вход; A—G — выходы, подключаемые к сегментам индикатора; $Q2$ — выход счетчика по модулю 2; $Q6$ — выход счетчика по модулю 6; 14 — $U_{пит}$; 7 — общий

Подача высокого логического уровня на вход R переводит в нулевое состояние все внутренние триггеры счетчика, при этом состояние

логических нулей во всех выходных разрядах дешифрируется таким образом, что цифровой индикатор, будучи подключенным к выходам $A-G$, высвечивает 0. В счетном режиме на входе R устанавливают низкий логический уровень, счетные импульсы подаются на вход T, а накапливающееся в счетчике число дешифрируется. В результате на выходах $A-G$ формируются сигналы, обеспечивающие на 7-сегментном индикаторе свечение цифр, соответствующих состоянию очередного числа счетчика.

Сигнал, поступающий на управляющий вход S, воздействует на дешифратор так, что активным уровнем на выходах $A-G$, вызывающим возбуждение соответствующих сегментов индикатора, может становиться либо уровень логической 1 (при низком логическом уровне на S), либо уровень логического 0 (при высоком логическом уровне на S). Первый режим устанавливается в случае использования индикаторов с разъединенными анодами сегментов, второй — для работы индикаторов с разъединенными катодами сегментов.



Графическое обозначение микросхем К176ИЕ3

По выходу $Q2$ (вывод 3) микросхемы реализуется деление входных счетных импульсов на 2, а по выходу $Q6$ (вывод 2) — деление на 6.

Электрические параметры при $T_{окр}=25$ °С

Входной ток в состоянии логического 0, не более . . .	—0,5 мкА
Входной ток в состоянии логической 1, не более . . .	0,5 мкА
Выходное напряжение в состоянии логического 0 при $U_{пит}=9{,}45$ В, не более	0,3 В
Выходное напряжение в состоянии логической 1 при $U_{пит}=8{,}55$ В, не менее	8,2 В
Ток потребления в статическом режиме, не более . . .	0,25 мА
Ток потребления в динамическом режиме при $f=100$ кГц, не более	0,3 мА
Тактовая частота деления, не менее	1 МГц

Предельные эксплуатационные данные

Напряжение питания	(9±0,45) В
Напряжение на входах	—0,5÷+9,5 В
Выходной ток (втекающий или вытекающий) . . .	0,2 мА
Мощность рассеяния микросхемы	27 мВт
Диапазон рабочей температуры окружающей среды .	—45÷+70 °С

К176ИЕ4

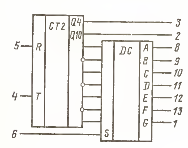
Счетчик импульсов по модулю 10 с дешифратором, преобразующим двоичный код в сигналы 7-сегментного кода. Изготавливаются на основе кремниевых КМОП-структур, выпускаются в пластмассовом 14-выводном корпусе.

Предназначены для счета импульсов и управления 7-сегментными цифро-буквенными индикаторамн. Масса 1 г.

Назначенне выводов: T — счетный вход; R — вход установки в иулевое состояние; S — управляющнй вход; A—G — выходы, подключаемые к сегмеитам индикатора; $Q4$ — выход счетчика по модулю 4; $Q10$ — выход счетчика по модулю 10.

Функционирование даниой мнкросхемы, установлеиие входных уровней и формирование сигналов иа выходе дешифратора — аналогично микросхеме К176ИЕ3.

По выходу $Q4$ реализуется деление входных счетных импульсов иа 4, а по выходу $Q10$ — деление на 10.



Графическое обозначение микросхем К176ИЕ4

Электрические параметры при $T_{окр}=25$ °С

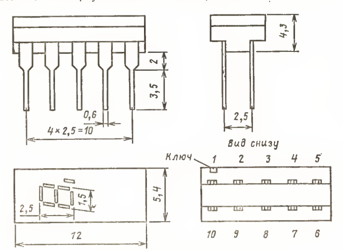
Входной ток в состоянии логического 0, не более . . .	—0,5 мкА
Входной ток в состоянии логической 1, не более . . .	0,5 мкА
Выходное напряжение в состоянии логического 0 при $U_{пит}=9{,}45$ В, не более	0,3 В
Выходное напряжение в состоянии логической 1 при $U_{пит}=8{,}55$ В, не менее	8,2 В
Ток потребления в статическом режиме, не более . . .	0,25 мА
Ток потребления в динамическом режиме при $f=100$ кГц, не более	0,3 мА
Тактовая частота деления, не менее	1 МГц

Предельные эксплуатационные данные

Напряжение питания	(9±0,45) В
Напряжение на входах	—0,5—9,5 В
Выходной ток (втекающий или вытекающий) . . .	0,2 мА
Диапазон рабочей температуры окружающей среды .	—45÷+70 °С

К490ИП1, 490ИП1

Десятичный счетчик с внутренней дешифрацией сигналов и встроенным 7-сегментным индикатором. Прибор состоит из двух различных кристаллов. Изготавливается на основе кремниевой МОП-технологии и фосфидоарсенидогаллиевых светодиодных структур. Выпускается в пластмассовом корпусе. Масса не более 1,5 г.



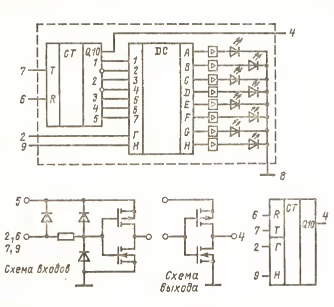
Корпус микросхемы К490ИП1, 490ИП1

Предназначен для счета импульсов и отображения числа в десятичной системе счисления. Высота цифры 2,5 мм. Для увеличения высоты цифры можно применять линзовую крышку, поставляемую в комплекте с микросхемой.

Графическое обозначение микросхемы приведено ниже.

Назначение выводов. T — счетный вход; R — вход установки счетчика в нуль; $Г$ — вход гашения; H — вход управления децимальной точкой; $Q10$ — десятичный выход; $5 - U_{пит}$ микросхемы; $1 - U_{пит}$ светоизлучающих сегментов; 8 — общий.

Установка счетчика в нулевое состояние осуществляется подачей высокого логического уровня на вход R. В счетном режиме на входе R — низкий логический уровень, а на входе $Г$ (гашение) — высокий логический уровень.



Функциональная схема, графическое обозначение и электрические схемы входов и выхода К490ИП1, 490ИП1

Для построения счетчика на несколько разрядов необходимо $Q10$ (вывод 4) микросхемы младшего разряда соединить со счетным входом T старшего разряда.

Электрические и световые параметры при $T_{окр} = 25°$ С

Сила света одного разряда, не менее	75 мккд
Ток индикации, не более	35 мА
Входной ток	$-1 \div +1$ мкА
Выходное напряжение логического 0, не более	0,29 В
Выходное напряжение логической 1, не менее	6,9 В
Ток потребления микросхемы, не более	2 мА
Частота счета, не менее	1 МГц

Предельные эксплуатационные данные

Напряжение питания микросхемы	(9±0,9) В
Напряжение индикации	(5±0,5) В
Входное напряжение	−0,5÷+ +9,2 В
Выходной ток	0,1 мА
Диапазон рабочей температуры окружающей среды:	
К490ИП1	−45÷+70 °С
490ИП1	−60÷+70 °С

Зависимость силы света от напряжения индикации

Зависимость силы света от температуры окружающей среды

Зависимость частоты счета от напряжения питания

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Носов Ю. Р.** Оптоэлектроника. М.: Советское радио, 1977.
2. **Носов Ю. Р., Сидоров А. С.** Оптроны и их применение. М.: Радио и связь, 1981.
3. **Смоляров А. М.** Системы отображения информации и инженерная психология. М. Мир, 1982.
4. **Дисплеи:** Сб. статей/Под. ред. Ж. Панкова. М.: Мир, 1982.
5. **Индикаторные** устройства на жидких кристаллах/Под ред. З. Ю. Готры. М.: Советское радио, 1980.
6. **Воротинский В. А., Дадерко Н. К., Егоров Л. П.** Надежность оптоэлектронных полупроводниковых приборов. М.: Радио и связь, 1983.
7. **Электронная** промышленность. Вып. 5, 6. 1982.

Справочное издание

ИВАНОВ ВЛАДИМИР ИВАНОВИЧ
АКСЕНОВ АЛЕКСЕЙ ИВАНОВИЧ
ЮШИН АНАТОЛИЙ МИХАЙЛОВИЧ

Полупроводниковые оптоэлектронные приборы

Редактор издательства *А. Н. Гусяцкая*
Художественный редактор *Т. А. Дворецкова*
Технический редактор *Н. Н. Хотулева*
Корректор *И. А. Володяева*
ИБ № 1752

Сдано в набор 22.01.88. Подписано в печать 29.11.88. Т-22610. Формат 84×108[1]/32. Бумага типографская № 1. Гарнитура литературная. Печать высокая. Усл. печ. л. 23,52. Усл. кр.-отт. 23,52. Уч.-изд. л. 26,07. Доп. тираж 150 000 экз. Заказ № 14. Цена 2 р. 30 к.

Энергоатомиздат, 113114, Москва, М-114, Шлюзовая наб., 10

Отпечатано с матриц во Владимирской типографии Союзполиграфпрома при Госкомиздате СССР
600000, г. Владимир, Октябрьский проспект, д. 7

